

# APPLIED MECHANICS PART II.

P. E. CHONGUR.

क्रियागत यंत्रशास्त्र.  
(अप्लाइड मीकैनीक्स)

भाग २<sup>वां</sup>.

पी. ए. चोंगुर.

# ગુજરાત વિદ્યાપીઠ ગ્રંથાલય

[ ગજરાતી કૉપીરાશ્ટ્ર વિભાગ ]

અનુક્રમાંક ૧૫૩૬૮ યર્ગીક

પુસ્તકનું નામ ડિયાત્રત યંત્રશાસ્ત્ર-૨

વિગય મ: ૮૪૬ રવ::૧

# **APPLIED MECHANICS**

**For the use of Students in Technical Schools  
under the control of the Committee of  
Direction for Technical Education,  
Bombay Presidency, and for  
Apprentices, Foremen, and  
Engineers generally.**

## **PART II**

BY

**PIROJSHAW EDALJI CHICHGUR,**

A. M. I. Mech. E., A. M. I. E. (Ind.),  
Superintendent, The F. S. Parekh Technical Institute, Surat,  
Formerly Head Master, The J. N. Tata Technical  
School, Navsari.

The sole right of publishing this book in Gujarati is reserved by the author, and the sole and exclusive right of translation of this book into vernaculars other than Gujarati is reserved by the Government.

PRINTED BY VASERAM MANSINGH AT THE "SURAT CITY"  
PRINTING PRESS, NEAR CHAUTA BRIDGE-SURAT

AND

PUBLISHED BY PIROJSHAW EDALJI CHICHGUR AT THE  
F. S. PAREKH TECHNICAL INSTITUTE, SONI FALIA, SURAT.



# ક્રિયાગત યંત્રશાસ્ત્ર

( એપ્લાઈડ મીકેનીક્સ )

મુંબઈ ઇલાકાની કમીટી ઓફ ડાયરેક્શન ફોર ટેકનીકલ  
એજ્યુકેશનના તાબા હેઠળની ટેકનીકલ સ્કુલોમાં  
વિદ્યાર્થીઓ માટે તથા એપ્રેન્ટીસ, ફોરમેન અને  
એન્જનીયરો માટે ઉપયોગી પુસ્તક.

ભાગ બીજો

કર્તા

પીરોજશા એદલજી ચીયગર,

એ. એમ. આઈ. મીકેનીકલ. ઇ.,

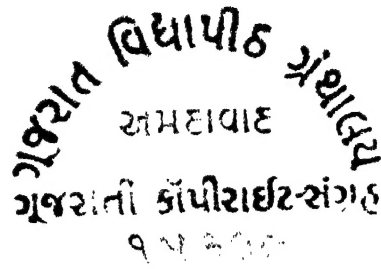
એ. એમ. આઈ. ઇ. ( ઇન્ડિયા ),

સુરતની ધી એફ. એસ. પારેખ ટેકનીકલ ઇન્સ્ટીટ્યુટના

સુપ્રીન્ટેન્ડન્ટ,

નવસારીની ધી જે. એન. તાતા ટેકનીકલ સ્કુલના આગલા

હેડમાસ્ટર.



આ ચોપડી ગુજરાતી ભાષામાં પ્રગટ કરવાનો હક્ક કર્તાએ  
પોતાને સ્વાધીન રાખ્યો છે, અને આ ચોપડીનો ગુજરાતી  
ભાષા શિવાય બીજી ભાષામાં ભાષાંતર કરવાનો હક્ક  
સરકારે પોતાને સ્વાધીન રાખ્યો છે.

સુરત ચૌરાના પૂલ ઉપર આવેલા “સુરત સિટિ”  
પ્રિન્ટિંગ પ્રેસમાં વજેરામ માનસિંહે છાપ્યું.

## પ્રસ્તાવના

ટેકનીકલ સ્કુલોમાં અભ્યાસ કરતા અને મીલોમાં કામ કરતા એપ્રેન્ટીસો માટે એપ્લાઈડ મીકેનિકલ (ક્રિયાગત યંત્રશાસ્ત્ર)નો વિષય અગત્યનો હોવાથી અને એ વિષયને લગતું કોઈપણ પુસ્તક ગુજરાતી ભાષામાં ન હોવાથી આવા વિદ્યાર્થીઓ અને એપ્રેન્ટીસોને એ વિષય શીખવામાં ઘણી મુશ્કેલી માલમ પડતી આ પુસ્તકના કર્તાએ પોતાના આઠ વર્ષના એન્જનીયર તરીકેના અને છેલ્લાં પંદર વર્ષના ટેકનીકલ સ્કુલોમાં શિક્ષક તરીકેના અનુભવમાં જોઈ છે. આ મુશ્કેલી દુર કરવાના હેતુથી કર્તાએ ટેકનીકલ સ્કુલોમાં અભ્યાસ કરતા વિદ્યાર્થીઓ તથા કારખાના અને મીલોમાં કામ કરતા એપ્રેન્ટીસો અને કારીગરોને ઉપયોગી થઈ પડે એવું આ વિષયને લગતું પુસ્તક ગુજરાતી ભાષામાં તૈયાર કરવાનો પ્રયત્ન કર્યો છે.

મુખ્ય ઇલાકાતની કમીટી ઓફ ડાયરેક્શન ફોર ટેકનીકલ એન્જ્યુક્શને નક્કી કરેલા આ વિષયના ત્રણ વર્ષના ક્રમ (કોર્સ) મુજબ એપ્લાઈડ મીકેનિકલનાં આખાં પુસ્તકને ત્રણ ભાગમાં વહેંચી દરેક ભાગ છટો છપાવી પ્રગટ કરવાની ધારણા રાખવામાં આવી હતી તે મુજબ પહેલા ભાગનું પુસ્તક ગયા મે માસમાં પ્રગટ કરવામાં આવ્યું હતું, અને હાલમાં આ બીજા ભાગનું પુસ્તક પ્રગટ કરવામાં આવ્યું છે. આ બીજા ભાગનાં પુસ્તકમાં મુખ્ય ઇલાકાતની કમીટી ઓફ ડાયરેક્શન ફોર ટેકનીકલ એન્જ્યુક્શને મંજૂર કરેલા બીજા વર્ષના ક્રમ (કોર્સ)નો સમાવેશ કરવામાં આવ્યો છે.

આ પુસ્તકમાં પણ પહેલા ભાગનાં પુસ્તક પ્રમાણે એપ્લાઈડ મીકેનિકલને લગતા શાસ્ત્રિય નિયમો વ્યવહારમાં કેવી રીતે લાગુ પડે છે તે દરેક પ્રકરણમાં ગણેલા નમુનાના દાખલાઓની સંખ્યા જેમ અને તેમ વધુ પ્રમાણમાં આપી સમજાવવાનો પ્રયત્ન કરવામાં આવ્યો છે. વળી દરેક પ્રકરણને છેડે વ્યવહારમાં ઉપયોગી થઈ પડે એવા દાખલાઓ જેમ અને તેમ વધુ સંખ્યામાં આપવામાં આવ્યા છે જેથી વિદ્યાર્થીઓને પોતાની મેળે ઘરે અથવા વર્ગમાં ગણવાનું સવળ થઈ પડે.

ગુજરાતી ભાષામાં એન્જનીયરીંગ અને ટેકનીકલ વિષયોને લગત। ખાસ શબ્દોની ખૂટ હોવાના સમયે અને એન્જનીયરીંગ લાઇનમાં એવા અંગ્રેજી ભાષાનાજ શબ્દોનો પ્રચાર હોવાથી આ પુસ્તકમાં કતર્તિને તેવા અંગ્રેજી ભાષાના શબ્દો વાપરવાની ફરજ પડી છે.

પહેલા ભાગનું પુસ્તક પ્રગટ કરવાનાં કામમાં કમીટી ઓફ ડાયરેક્શન ફોર ટેકનીકલ એન્જ્યુકેશન તથા તેના સેક્રેટરી સાહેબ તરફથી અને મુંબઈ ઇલિફાનાં કેળવણીખાતાના મે. ડાયરેક્ટર સાહેબ તરફથી જેવી રીતે મને કોતેજન અને મદદ મળી હતી તેવીજ રીતે આ બીજા ભાગનું પુસ્તક પ્રગટ કરવામાં પણ તેમના તરફથી કોતેજન અને મદદ મને આપવામાં આવી છે જે માટે મુંબઈ ઇલિફાની કમીટી ઓફ ડાયરેક્શન ફોર ટેકનીકલ એન્જ્યુકેશન તથા તેના સેક્રેટરી સાહેબનો, અને મુંબઈ ઇલિફાનાં કેળવણીખાતાના ડાયરેક્ટર સાહેબનો આ તકે ખાસ આભાર માનું છું.

વળી આ પુસ્તક રચવામાં કર્તાએ મેસર્સ જેમીસન, કાયર અને જોરડન, લો, દંકન, શેલી, લાઇનલામ, પુલ, વિંગરે લેખકાનાં પુસ્તકાની મદદ લીધી છે, જે માટે તેમનો આભારી છું.

આ પુસ્તકમાં આવેલી આકૃતિઓના ખસોક્સ બનાવવા માટેનાં ફોઈંગો મારી સુચના મુજબ તૈયાર કરવામાં તેમજ દરેક પ્રકરણને છેડે આપેલી એક્સર્સાઈઝના દાખલાઓના જવાબો શોધવામાં મને મદદ આપવા માટે પારેખ ટેકનીકલ ઇન્સ્ટીટ્યુટના ફોઈંગ ડીચર મી. દેવશંકર વી. ભટ્ટનો અને મેથેમેટીકલ ડીચર મી. મગનલાલ કે. શ્રોફનો આભાર માનું છું.

આ પુસ્તકમાં દાખલાઓની સંખ્યા ઘણી હોવાથી તેમજ કતર્તિના આવા પુસ્તક લખવાનો આ પહેલોજ પ્રયત્ન હોવાથી આ પુસ્તકમાં કાંઈક ભૂતો અને ખામીઓ તથા દાખલાના જવાબોમાં નજરચુકથી થયેલી કાંઈક ભૂતો વાંચનારને જણાશે, જે તરફ કતર્તાનું ધ્યાન ખેંચવામાં આવશે તો ઉપકાર સહિત તેનો સ્વીકાર કરવામાં આવશે.

પારેખ ટેકનીકલ ઇન્સ્ટીટ્યુટ, } પીરોજશા એ. ચીચગર.  
સુરત, તા. ૧લી ફેબ્રુઆરી ૧૯૩૦.

# અનુક્રમણિકા

## પ્રકરણ ૧જું

દાંતાનાં ચક્કરો અને તેમનાં વડે થતું ગતિનું સંચારણ.

ચક્રકામ. રેક અને પીનીઅન.

ગતિ એટલે વેલોસીટી-એંગ્યુલર વેલોસીટી એટલે ૫૪  
ક્રાણિય વેગ-ગોળાકાર ડીસ્ક અથવા રોલર વડે થતું ગતિનું  
સંચારણ-ફ્રીક્શન ગીઅરીંગ અને દાખલા-એક્સસાઈઝ-દાંતાનાં  
ચક્કરો અને તેમનાં વડે થતું ગતિનું સંચારણ-તુથ્ડ ગીઅરીંગ  
-પીચ સરક્રેસીસ-પીચ સર્કલ-સરક્રમફ્રેન્શીઅલ પીચ-  
ગ્રાયમેટ્રલ પીચ-એડેન્ડમ-ડીડેન્ડમ અથવા રટ-ફ્રેસ-ફ્લેંક-  
એડેન્ડમ સર્કલ-ડીડેન્ડમ અથવા રટ સર્કલ-દાંતાનાં પ્રમાણ  
-બ્લીલના પીચ સર્કલના વ્યાસ નક્કી કરવાની રીત અને  
દાખલા-ચક્કરોની ગતિનું પ્રમાણ અને દાખલા-આઈડલ  
બ્લીલ્સ-રેક અને પીનીઅન અને દાખલા-ત્રેન ઓફ બ્લીલ્સ  
(ચક્કરોના સમૂહ)-બ્લીલ ગીઅરીંગને લાગુ પાડવામાં  
આવતો કામનો નિયમ અને દાખલા-એક્સસાઈઝ-એવલ  
બ્લીલ્સ... ... ૧-૪૪

## પ્રકરણ ૨જું

યંત્રકામની કેટલીક રચનાઓ જેમાં દાંતાનાં ચક્કરો વપરાય

છે તે વિષે. વિંચ અથવા કેમ.

સીંગલ પરચેઝ કેમ અથવા વિંચ અને તેનો યાંત્રિક  
લાભ કામના અને મોમેન્ટના નિયમ વડે નક્કી કરવાની  
રીત-ડબલ પરચેઝ કેમ અને તેનો યાંત્રિક લાભ કામના અને  
મોમેન્ટના નિયમ વડે નક્કી કરવાની રીત-ત્રેબલ પરચેઝ  
કેમ-ચક્કરના દાંતાઓ ઉપર આવતું દબાણ અને દાખલા  
-એક્સસાઈઝ ... ... ૪૫-૬૬

## પ્રકરણ ૩૯

પુલીઓ વડે થતું ગતિનું સંચારણ. બેટ્ટ ગીઅરીંગ.

રોપગીઅરીંગ. ચેન ગીઅરીંગ.

પૃષ્ઠ

બેટ્ટ ગીઅરીંગમાં ગતિનું પ્રમાણ-ફરવાની દિશા-  
ઓપન બેટ્ટ-ક્રોસ બેટ્ટ-દાખલા-પટાનો સ્લીપ એટલે  
પુલી ઉપર પટાનું સરકવું તે અને દાખલા-ફાસ્ટ અને  
લુસ પુલીઓ-પુલીઓ અને પટા વડે ઉલટા સુલટી ગતિઓ  
મેળવવાની રીત-સ્ટેપ્ડ સ્પીડ ક્રોસ અને મશીનને ચલાવવા  
માટેનું અને ઉભું રાખવા માટેનું ગીઅર-સ્પીડ ક્રોસની  
સ્પીડના વ્યાસો નક્કી કરવાની રીત અને દાખલા-પુલીની  
રીમનો આકાર-અસમાંતર શાફ્ટોને પટા વડે ચલાવવાની  
રીત-ટાઈટનીંગ પુલી અથવા નેક્ટી પુલી-પટા વડે સંચારણ  
થતી શક્તિ અથવા પાવર અને દાખલા-રોપ ગીઅરીંગ-  
ચેન ગીઅરીંગ-એક્સસાઈઝ ... ... ૬૭-૧૧૧

## પ્રકરણ ૪૦

બ્રેક્સ. બ્રેક હોર્સપાવર. ડાયનામોમીટર.

બ્રેક્સ-બ્રેક્સના વર્ગો-બ્લોક બ્રેક-બેન્ડ અથવા સ્ત્રેપ  
બ્રેક-નોમીનલ હોર્સપાવર-ઈન્ડીકેટડ હોર્સપાવર-બ્રેક હોર્સ-  
પાવર-ડાયનામોમીટર-એપ્સોપેશન ડાયનામોમીટર-ટ્રાન્સમીશન  
ડાયનામોમીટર-રોપબ્રેક ડાયનામોમીટર અને તેનાં વડે બ્રેક  
હોર્સપાવર નક્કી કરવાની રીત-બ્લોક બ્રેક ડાયનામોમીટર  
અથવા પ્રોતી બ્રેક અને તેનાં વડે બ્રેક હોર્સપાવર નક્કી  
કરવાની રીત-ટ્રાન્સમીશન ડાયનામોમીટર-બેટ્ટ ડાયનામો-  
મીટર-સીમેન્સ બેટ્ટ ડાયનામોમીટર-ફુડ અને થોર્નિક્રીફ્ટ  
ડાયનામોમીટર-તોર્શન મીટર-દાખલા-એક્સસાઈઝ ... ૧૧૨-૧૩૨

## પ્રકરણ પમું

**પુલી ખ્લોક, સ્નેચ ખ્લોક. પુલી ખ્લોક ટેકલ. ૫૪**

સાદો પુલી ખ્લોક એટલે ધરેડી-સ્નેચ ખ્લોક-પુલીઓની જુદી જુદી રચનાઓ-ફર્સ્ટ સીસ્ટમ ઓફ પુલીઝ અને તેનો યાંત્રિક લાલ શોધવાની રીત-સેકન્ડ સીસ્ટમ ઓફ પુલીઝ અને તેનો યાંત્રિક લાલ શોધવાની રીત-પુલી ખ્લોક ટેકલ-થર્ડ સીસ્ટમ ઓફ પુલીઝ અને તેનો યાંત્રિક લાલ શોધવાની રીત-દાખલા-એક્સસર્પાઈઝ ... .. ૧૩૩-૧૫૫

## પ્રકરણ ૬૬

**વહીલ અને કમ્પાઉન્ડ એક્સલ. વેસ્ટન્સ**

**ડીફરેન્શીઅલ પુલી ખ્લોક.**

વહીલ અને કમ્પાઉન્ડ એક્સલ અથવા ચાઇનીઝ વીન્ડલેસ અને તેમાં P અને W વચ્ચેનું પ્રમાણ અને યાંત્રિક લાલ મોમેન્ટના અને કામના નિયમ વડે શોધવાની રીત-દાખલા-વેસ્ટન્સ ડીફરેન્શીઅલ પુલી ખ્લોક અને તેમાં P અને W વચ્ચેનું પ્રમાણ અને યાંત્રિક લાલ મોમેન્ટના અને કામના નિયમ વડે શોધવાની રીત-દાખલાઓ-એક્સસર્પાઈઝ ૧૫૬-૧૭૮

## પ્રકરણ ૭મું

**દાળવાળી સપાટી. સ્ક્રુ અને સ્ક્રુ ગીઅરીંગ.**

**વર્મ અને વર્મ વહીલ.**

દાળવાળી સપાટી ધર્પણ ધ્યાનમાં ન લેતાં-ફ્રાંચર (વેન્જ)-આડી સપાટી-દાળવાળી સપાટી ધર્પણ ધ્યાનમાં લેતાં-દાખલા-એક્સસર્પાઈઝ-સ્ક્રુ-સ્ક્રુના આંટાનો હેલીકસ અથવા સ્પાયરલ-નટ-સ્ક્રુના આંટાઓની ખુખીઓ અને તેના વડે પરિપૂર્ણ કરવાની શરતો-સ્ક્રુના આંટાના જુદા જુદા આકારો-વિહત્વર્થ “ વી ” ગ્રેડ-વિહત્વર્થ સ્ટેન્ડર્ડ પ્રમાણ

“ વી ” આંટાના બોલ્ટ અથવા સ્ક્રુ માટેના પીચનો કોડો-  
 પાઈપ માટે બિલ્ડવર્થના ગેસ થ્રેડના પીચનો કોડો-સ્ક્રેવર  
 થ્રેડ એટલે ચોરસ આંટો-રાફન્ડેડ થ્રેડ એટલે ગોળાકાર  
 આંટો-બ્રેસ થ્રેડ-સેલર્મ થ્રેડ-રાફ્ટ હેન્ડ અને લેફ્ટ હેન્ડ  
 સ્ક્રુ એટલે સવળા અને અવળા આંટાના સ્ક્રુ-સ્ક્રુ ગીઅર-  
 રીંગમાં બેકલેશ-લીવર અથવા બ્લીલ સાથે સંયુક્ત થયેલા  
 સ્ક્રુ વડે દુર કરવામાં આવતા અવરોધ અને તેનું કાર્ય-  
 સાધકત્વ-બુદ્ધાં બુદ્ધાં કાર્યો માટે યંત્રોમાં સ્ક્રુના ઉપયોગ-  
 સ્ક્રુ પ્રેસ-સ્ક્રુ જૅક-સ્ક્રુ વડે મેળવવામાં આવતી ગતીનાં  
 સંચારણ વિધે અને દાખલાઓ-રેલવેના ડબ્બાઓને  
 જોડનારી સ્ક્રુ ક્લોગ-સ્ક્રુ બેચ વાઈસ-એન્ડલેસ  
 સ્ક્રુ અથવા વર્મ અને વર્મ બ્લીલ-વર્મ અને વર્મ બ્લીલ  
 સાથની વિંચ અથવા કેબ-વર્મ અને વર્મ બ્લીલ ગીઅર્ડ  
 પુલી બ્લોક ટેકલ-વર્મ અને વર્મ બ્લીલનાં જોડણ સાથનો  
 સ્ક્રુ જૅક-વર્મ અને વર્મ બ્લીલ રીડ્યુસીંગ ગીઅર-  
 એક્સસાઈઝ ... .. ૧૭૯-૨૫૫

## પ્રકરણ ૮મું

સ્ક્રુ-કટીંગ લેધ. લેધ ઉપર સ્ક્રુના આંટા કાપવાની રીત.  
 પ્લેનીંગ મશીન.

સ્ક્રુ કટીંગ લેધ-ફાસ્ટ હેડસ્ટોક-બેક ગીઅરરીંગની  
 રચના તથા તેનાં વડે લેધ મેન્ડ્રીલની ઝડપમાં થતો ઘટાડો  
 અને દાખલા-લેધ મેન્ડ્રીલ અને તેની બેરંગિની રચના-  
 હુસ અથવા ટેલ અથવા મુવએબલ હેડસ્ટોક-કમ્પાક્ટ  
 સ્લાઈડ રેસ્ટ અને તેની ચાલો-ટમ્બલર ગીઅર-સ્ક્રુના  
 આંટા કાપવા માટે જોઈતાં ચેન્જ બ્લીલ્સ નક્કી કરવાની



રીત અને દાખલા—એકથી વધુ આંટાવાળા ( મલ્ટીપ્લ  
 ડ્રેડેડ ) સ્કુના આંટા કાપવા માટેનાં એન્જ બ્લીલ્સ શોધવા  
 વિષે—જુદા જુદા પીચના સ્કુના આંટા કાપવા માટે જોઈતાં  
 એન્જ બ્લીલ્સ (દાંતાનાં ચક્કરો)ના કોણ—કોઈપણ પીચના  
 આંટા કાપવા માટે શોધી કાઢેલાં એન્જ બ્લીલ્સ બરાબર  
 છે કે કેમ તેનો તાળો મેળવવાની રીત—એકા સંખ્યાના  
 આંટા કાપવાની રીત—એકા સંખ્યાના આંટા કાપવા માટે  
 લેધ ઉપર નિશાન (માર્કી) કરવાની રીત—એક કરતાં વધુ  
 આંટાવાળા (મલ્ટીપ્લ ડ્રેડેડ) સ્કુના આંટા કાપવાની રીત—  
 પ્લેનીંગ મશીન—સ્કુ અને નટ વડે ટેબલને આગળ  
 પાછળ ચલાવવાની રીત—રેક અને પીનીઅન વડે ટેબલને  
 આગળ પાછળ ચલાવવાની રીત અને દાખલા—એક્સસાઈઝ ૨૫૬-૩૦૨  
 પરિક્ષામાં પુછાયેલા અને પરચ્યુરણ દાખલાઓ... ... ૩૦૩-૩૧૬  
 એક્સસાઈઝના જવાબો... ... ૩૧૭-૩૨૨  
 અનુક્રમણિકા... ... ૩૨૩-૩૩૮

# ક્રિયાગત યંત્રશાસ્ત્ર ( એપ્લાઈડ મીકેનીક્સ )

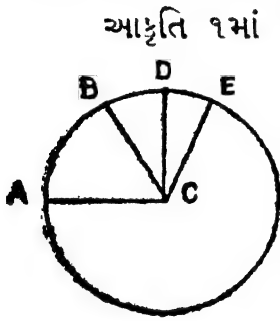
## ભાગ બીજો પ્રકરણ ૧લું

દાંતાનાં ચક્કરો અને તેમનાં વડે થતું ગતિનું  
સંચારણ. ચક્રકામ. રેક અને પીનીઅન.

ગતિનો વેગ એટલે વેલોસીટી—પદાર્થની ગતિનો વેગ એટલે વેલોસીટી એ તે પદાર્થ જે ઝડપે ચાલે છે તે ઝડપ છે. આ ગતિના વેગને “લીનીઅર વેલોસીટી” અથવા “સર્કમફ્રેન્શીઅલ વેલોસીટી” (**linear or circumferential velocity**) એટલે લંબાઈની ગતિનો વેગ અથવા પરિધની ગતિનો વેગ કહે છે. જો તે પદાર્થ વખતના સરખા ગાળામાં સરખે અંતરે ચાલે તો તે ગતિનો વેગ સમાન (uniform) કહેવાય છે, અને તે વેળાએ પસાર થયેલું અંતર = ગતિનો વેગ  $\times$  વખત છે. અંતરનો એકમ જે હમેશાં વપરાય છે તે ૧ ફુટ છે, અને વખતનો એકમ એક સેકન્ડ છે. ધારો કે એક પદાર્થ દર સેકન્ડે ૮ ફુટની સમાન ગતિએ ચાલે છે, ત્યારે ૧૨ સેકન્ડમાં પસાર થતું અંતર =  $૮ \times ૧૨ = ૯૬$  ફુટ છે; અથવા જો અક્ષર S પસાર થતું અંતર દર્શાવે, V દર સેકન્ડે સમાન ઝડપ ફુટમાં, અને T વખત સેકન્ડમાં દર્શાવે, ત્યારે એક સેકન્ડમાં પસાર થતું અંતર = V, અને T સેકન્ડમાં પસાર થતું અંતર =  $V \times T$  છે.

$$\therefore S = V \times T, \quad V = \frac{S}{T}, \quad \text{અને} \quad T = \frac{S}{V}.$$

**ઑંગ્યુલર વેલોસીટી (કાણિય વેગ) અને તેને માપવાની રીત**—જો એક બિંદુ સમાન ગતિ  $V$  સાથે એક વર્તુલ દોરે, તો એ દેખીતું છે કે તે બિંદુ અને વર્તુલનાં મધ્યબિંદુને જોડનારી લીટી એક ખુણા દોરશે. આ પ્રમાણે દર સેકન્ડે દોરાયલા ખુણાને તે બિંદુની “ઑંગ્યુલર વેલોસીટી એટલે કાણિય વેગ” કહેવામાં આવે છે. ઑંગ્યુલર વેલોસીટી હમેશાં ગોળાકાર માપ (circular measure)માં દર્શાવવામાં આવે છે, અને ખુણાનું ગોળાકાર માપ કેવી રીતે વર્ણવી શકાય તે નીચે દર્શાવ્યું છે:—



આકૃતિ ૧

આકૃતિ ૧માં એક વર્તુલ આપ્યું છે, જેનું મધ્ય બિંદુ C આગળ છે. ખુણો ACB એવો છે કે આર્ક ABની લંબાઈ ત્રિજ્યા ACની બરાબર છે. વર્તુલનો વ્યાસ ગમે એટલો હોય તોપણ આ ખુણામાં કશો પણ ફેરફાર થતો નથી, અને તે તદ્દન લગભગ ૫૭.૨૯૬ અંશ એટલે ડીગ્રીનો છે, જે નીચે પ્રમાણે દર્શાવી શકાય:—

ACને કાટખુણે CD લીટી દોરો, ત્યારે

$$\frac{\text{ખુણો ACB}}{\text{ખુણો ACD}} = \frac{\text{આર્ક AB}}{\text{આર્ક AD}}$$

પણ આર્ક AB બરાબર ત્રિજ્યા છે, અને આર્ક AD એ વર્તુલના પરિઘનો ચોથો ભાગ છે, ત્યારે

$$\begin{aligned} \frac{\text{ખુણો ACB}}{\text{ખુણો ACD}} &= \frac{\text{આર્ક AB}}{\text{આર્ક AD}} = \frac{\text{ત્રિજ્યા}}{\text{પરીઘ} \div 4} = \frac{\text{ત્રિજ્યા}}{2 \times \text{ત્રિજ્યા} \times 3.1416} \\ &= \frac{\text{ત્રિજ્યા} \times 4}{2 \times \text{ત્રિજ્યા} \times 3.1416} = \frac{2}{3.1416} \\ &= \frac{1}{1.5708} \end{aligned}$$

એટલે જો ખુણા  $ACB$ નું માપ  $1^\circ$  હોય તો ખુણા  $ACD$ નું માપ  $1.5708^\circ$  છે, પણ ખુણા  $ACD$   $60^\circ$ નો છે, ત્યારે,

$$ACB : ACD :: 1 : 1.5708$$

$$ACB : 60^\circ :: 1 : 1.5708$$

$$ACB \times 1.5708 = 60 \times 1$$

$$\therefore ACB = \frac{60 \times 1}{1.5708} = 37.99^\circ$$

આ ખુણા જે ત્રિજ્યાની બરાબરના આર્કની સામે વર્તુલનાં મધ્ય બિંદુ આગળ હોય છે તેને ગોળાકાર માપનો એકમ તરીકે લેવામાં આવે છે, અને તેને “રેડીઅન” (radian) કહે છે; એટલે  $37.99^\circ = 1$  રેડીઅન છે. ખીજા કોઈપણ ખુણાની મહત્વતા આ એકમની સંજ્ઞા “રેડીઅન”માં દર્શાવી શકાય. આ પ્રમાણે ખુણા  $ACE$ નું ગોળાકાર માપ નીચે પ્રમાણે દર્શાવાય:—

ખુણા  $ACE : ખુણા ACB :: આર્ક AE : ત્રિજ્યા$ , પણ ખુણા  $ACB$  એ ગોળાકાર માપનો એકમ છે, તેટલા માટે

$$ACE : 1 :: આર્ક AE : ત્રિજ્યા.$$

$$\therefore ACE \times ત્રિજ્યા = 1 \times આર્ક AE.$$

$$\therefore ખુણા ACE = \frac{આર્ક AE}{ત્રિજ્યા}$$

આ સઘળી બાબતોમાં લાગુ પડે છે; તેટલા માટે એક ખુણાની મહત્વતા ગોળાકાર માપમાં

$$= \frac{\text{વર્તુલનાં મધ્યબિંદુ આગળ ખુણાની સામે આવેલાં આર્કની લંબાઈ}}{\text{વર્તુલની ત્રિજ્યા}} \text{ દર્શાવેલો હોય છે.}$$

આ ઉપરથી એમ માલમ પડશે કે જો બે ડીસ્ક ((disc) એટલે થાળીઓ એક સરખા વખતમાં એક વર્તુલ ફરે, તો દરેક થાળીની કિનાર એટલે રીમ (rim)માંનાં એક બિંદુ વડે દોરાયેલું

ખુણું એક સરખું હશે, પછી તેમના વ્યાસો ગમે તેમ નાના મોટા હોય; બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો દરેક કિનાર એટલે રીમમાં એક બિંદુ વડે આપેલું ખુણું જે ઝડપે દોરાય છે તે ઝડપ એક સરખી છે.

મધ્યબિંદુ C વાળાં એક વર્તુલને દોરનારાં બિંદુ Pની લીનીઅર વેલોસીટી અને ઍંગ્યુલર વેલોસીટી વચ્ચેનો સંબંધ નીચે પ્રમાણે દર્શાવી શકાય:—

આકૃતિ ૧માં, ધારો કે એક બિંદુ P વડે એક સેકંડમાં દોરાયલું આર્ક AE છે, ત્યારે બિંદુ Pની ઍંગ્યુલર વેલોસીટી = ખુણા ACEનું જાળાકાર માપ =  $\frac{\text{આર્ક AE}}{AC}$  છે.

ધારો કે V = એક સેકંડમાં બિંદુ Pની લીનીઅર વેલોસીટી, અથવા V = આર્ક AEની લંબાઈ.

$$\therefore \text{ઍંગ્યુલર વેલોસીટી} = \frac{V}{AC} = \frac{V}{\text{ત્રિજ્યા}} = \frac{\text{લીનીઅર વેલોસીટી}}{\text{ત્રિજ્યા}},$$

અને લીનીઅર વેલોસીટી = ઍંગ્યુલર વેલોસીટી × ત્રિજ્યા

જો એક બિંદુ ત્રિજ્યા r વાળાં વર્તુલમાં દર સેકંડે એક આંટા ફરે તો તે બિંદુની ઍંગ્યુલર વેલોસીટી =

$$= \frac{\text{પરિઘ}}{\text{ત્રિજ્યા}} = \frac{2 \times \pi \times 3.1416}{r} = 2 \times 3.1416 \text{ રેડીઅન-સ.}$$

જો તે બિંદુ દર સેકંડે 11 રેવોલ્યુશન્સ અથવા આંટા ફરે તો ઍંગ્યુલર વેલોસીટી =  $2 \times 3.1416 \times 11$  (રેડીઅન-સ)

અને જો દર મીનિટ N રેવોલ્યુશન્સ અથવા આંટા ફરે તો ઍંગ્યુલર વેલોસીટી =  $2 \times 3.1416 \times \frac{N}{60}$  રેડીઅન-સ દરસેકંડે.

ટુંકમાં વિદ્યાર્થીઓએ યાદ રાખવું જોઈએ કે ઍંગ્યુલર વેલોસીટી દર સેકંડે ખુણાનાં માપમાં એટલે રેડીઅનમાં લેવામાં આવે છે, અને લીનીઅર વેલોસીટી દર સેકંડે ફુટમાં લેવામાં આવે છે. એક રેડીઅન = ૫૭૨૯૬° છે.

## ઍંગ્યુલર વેલોસીટી (કોણિય વેગ)

૫

**દાખલો ૧**—એક ચક્કરનો વ્યાસ ૮ ફુટ છે અને તે દર મીનીટે ૩૦ આંટા ફરે છે, તો તેના પરિઘમાંનાં કોઈપણ એક બિંદુની લીનીઅર વેલોસીટી શોધો, અને ચક્કરની ઍંગ્યુલર વેલોસીટી શોધો.

લીનીઅર વેલોસીટી = ચક્કરના એક આંટામાં પસાર થતું અંતર  
× એક સેકન્ડમાં આંટાની સંખ્યા.

$$\therefore \text{લીનીઅર વેલોસીટી} = ૮ \times ૩.૧૪૧૬ \times \frac{૩૦}{૬૦}$$

$$= ૧૨.૫૬૬૪ \text{ ફુટ દર સેકન્ડે.}$$

$$\text{ઍંગ્યુલર વેલોસીટી} = \frac{\text{લીનીઅર વેલોસીટી}}{\text{ત્રિજ્યા}}$$

$$= \frac{૧૨.૫૬૬૪}{૪} = ૩.૧૪૧૬ \text{ રેડીઅન}$$

અથવા,

$$\text{ઍંગ્યુલર વેલોસીટી} = ૨ \times ૩.૧૪૧૬ \times \frac{N}{૬૦}$$

$$= ૨ \times ૩.૧૪૧૬ \times \frac{૩૦}{૬૦}$$

$$= ૩.૧૪૧૬ \text{ રેડીઅન-સ}$$

ઍંગ્યુલર વેલોસીટી નીચલી બીજી બે રીતોએ પણ મેળવી શકાય:—

$$(૧) \text{ એક સેકન્ડમાં વ્હીલ વડે દોરાયલું ખુણું} = \frac{૩૦ \times ૩૬૦}{૬૦}$$

$$= ૧૮૦^\circ$$

$$\text{આ ખુણાનું ગોળાકાર માપ રેડીઅન-સમાં} = \frac{૧૮૦}{૫૭.૨૯૬}$$

$$= ૩.૧૪૧૬ \text{ રેડીઅન-સ}$$

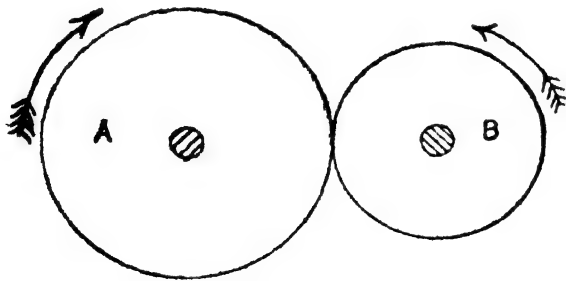
(૨) ઉપલી રીતમાં શોધ્યું તેમ એક સેકન્ડમાં વ્હીલ વડે દોરાયલું ખુણું  $૧૮૦^\circ$  નું છે.

$૩૬૦^\circ : ૧૮૦^\circ :: \text{પરિઘ બરાબરનું આર્ક} : \text{આર્ક}$

$$\therefore ૧૮૦^\circ \text{નું આર્ક} = \frac{૧૮૦ \times \text{પરિધ}}{૩૬૦} = \frac{\text{પરિધ}}{૨}$$

$$\begin{aligned} \text{એંગ્યુલર વેલોસીટી} &= \frac{\text{આર્ક}}{\text{ત્રિજ્યા}} = \frac{\text{પરિધ} \div ૨}{\text{ત્રિજ્યા}} \\ &= \frac{૮ \times ૩.૧૪૧૬}{૨ \times ૪} \\ &= ૩.૧૪૧૬ \text{ રેડીઅન્સ} \end{aligned}$$

ગોળાકાર ડીસ્ક અથવા રોલર વડે થતું ગતિનું સંચારણ-ફ્રિક્શન ગીઅરીંગ (Friction Gearing)—જે એ શાફ્ટ અંકકની નજદીક હોય અને તેમની ઉપર અંકક ડીસ્ક અથવા રોલર અથવા પુલી ખેસાડેલી હોય, અને જે તે ડીસ્ક, રોલર, અથવા પુલીની રીમોને અંકક સાથે દબાવવામાં આવે તો ધર્પણ ઉત્પન્ન થશે; અને જે સંચારણ કરવાનું જોર અતિશય મોટું ન હોય તો એક ડીસ્ક, રોલર, અથવા પુલી બીજી ડીસ્ક, રોલર, અથવા પુલીને ચલાવી શકશે. પાવરનો સંચાર કરવાની આ રીતને “ફ્રિક્શન ગીઅરીંગ” કહે



આકૃતિ ૨

છે. આકૃતિ ૨માં જે રોલરો A અને B બનાવ્યાં છે, જેઓ પોતાની ધરીઓ આસપાસ ફરવા શક્તિમાન છે. બન્ને રોલરને એક બીજા સાથે દબાવીને સંબંધમાં રાખવામાં આવ્યાં છે.

લાગનાં બિંદુ આગળનું ધર્પણ એટલું છે કે Bની ગતિને નડતો અવરોધ દુર કરી શકાય. રોલર A ઉપરથી રોલર Bને ગતિ મળે છે, માટે A ને ડ્રાઈવર (Driver) એટલે ચલાવનાર કહે છે, જે તીર વડે દેખાડેલી દીશામાં ફરે છે, અને B ને ફોલોઅર (Follower) એટલે પુઠે ચાલનાર કહે છે, જે Aથી ઉલટી

દીશામાં ફરે છે. આ રોલરોના આંટાઓ અથવા રેવોલ્યુશન્સ તેમની ત્રિજ્યા અથવા વ્યાસનાં ઉલટાં પ્રમાણમાં છે, એટલે જે ડીસ્ક અથવા રોલરનો વ્યાસ મોટો તેના આંટાની સંખ્યા નાની ડીસ્ક અથવા રોલરના વ્યાસનાં પ્રમાણ જેટલી ઓછી અને જે ડીસ્કનો વ્યાસ નાનો તેના આંટાની સંખ્યા મોટી ડીસ્ક અથવા રોલરના વ્યાસનાં પ્રમાણ જેટલી વધુ થશે. આ નીચે પ્રમાણે સાબિત કરી શકાય:—

ધારોકે ડીસ્ક અથવા રોલર A એટલે ગ્રાઈવરનો વ્યાસ બરાબર D, અને B એટલે ફોલોઅરનો વ્યાસ બરાબર F લઈએ, તથા દર મીનીટ Aના આંટાની સંખ્યા  $N_D$  અને Bના આંટાની સંખ્યા  $N_F$  લઈએ, અને જે સ્લીપીંગ (Slipping) ધ્યાનમાં ન લઈએ તો એ દેખીતું છે કે બન્ને ડીસ્કની રીમોના પરિઘના વેગ (circumferential velocity) એક સરખા છે. તો

દર મીનીટ Aની પરિઘની ગતિ =  $D \times 3.1416 \times N_D$ , અને તેટલાજ વખતમાં Bની પરિઘની ગતિ =  $F \times 3.1416 \times N_F$ .

$$\therefore D \times 3.1416 \times N_D = F \times 3.1416 \times N_F.$$

$$\therefore D \times N_D = F \times N_F$$

$$\therefore \frac{N_D}{N_F} = \frac{F}{D}$$

$$\text{જે } N_D = 1 \text{ હોય તો } \frac{1}{N_F} = \frac{F}{D}$$

$$\therefore N_F = \frac{D}{F}, \text{ એટલે જ્યારે A એક આંટો ફરે ત્યારે}$$

B એ  $\frac{D}{F}$  આંટો ફરે છે.

$$D : F :: N_F : N_D$$

$$D \times N_D = F \times N_F$$

$$\therefore D = \frac{F \times N_F}{N_D}$$



$$N_D = \frac{F \times N_F}{D}$$

$$F = \frac{D \times N_D}{N_F}, \text{ અને } N_F = \frac{D \times N_D}{F}.$$

આ ઉપરથી એમ નક્કી થાય છે કે એક ડીસ્ક અથવા રોલર અથવા પુલીના આંટા  $\times$  તેનો વ્યાસ = બીજી ડીસ્ક અથવા રોલર અથવા પુલીના આંટા  $\times$  તેનો વ્યાસ.

ફ્રીક્શન ગીયરીંગમાં હમેશાં અમુક હદે સ્લીપીંગ (slipping) થાય છે. દાખલા તરીકે ડાઇવરના વ્યાસ કરતાં ફેલોઅરનો વ્યાસ ખમણો હોય અને ડાઇવર ૧૦૦ આંટા ફરે તો ફેલોઅરે ૫૦ આંટા ફરવા જોઈશે. પણ વ્યવહારમાં ફેલોઅર ૫૦ આંટા ફરવાને બદલે થોડાક ઓછા, કહો કે ૪૫ આંટા, ફરે છે, એટલે પાંચ આટા ઓછા ફરશે, એટલે સેંકડે ૧૦ આંટા ઓછા ફરે છે. આને “સ્લીપીંગ” (slipping) કહે છે. આ દાખલામાં સ્લીપીંગ સેંકડે ૧૦ ટકા છે એમ કહેવાય છે. ફ્રીક્શન ગીયરીંગમાં આ સ્લીપીંગ ઓછું કરવા માટે એક રોલરની રીમ ઉપર ફરતે દબાવેલું કાગળ અથવા ચામડું લપેટવામાં આવે છે, જેથી ધાતુની સપાટીઓ વચ્ચે મળતાં ક્રોએ-શીશન્ટ ઓફ ફ્રીક્શન એટલે ધર્ષણના ગુણક કરતાં આ વડે ક્રોએશીશન્ટ ઓફ ફ્રીક્શન એટલે ધર્ષણનો ગુણક વધુ મળે છે. જેમ બે રીમોની સપાટીઓ વચ્ચે ક્રોએશીશન્ટ ઓફ ફ્રીક્શન વધુ મળે તેમ સ્લીપીંગ ઓછું હોય છે.

**દાખલો ૨**—બે ડીસ્ક કે જેઓની રીમ અંકેક સાથે સંબંધમાં મુકેલી છે, અને જેમાંની એક બીજીને સપાટીનાં ધર્ષણ વડે ચલાવે છે તેના વ્યાસો અનુક્રમે ૨૦ ઇંચ અને ૫ ઇંચ છે. પહેલી એક મીનીટમાં ૩૬ આંટા ફરે છે તો બીજી તેટલાજ વખતમાં કેટલા આંટા ફરશે.

$$D : F :: N_F : N_D$$

$$D \times N_D = F \times N_F$$

$$૨૦ \times ૩૬ = ૫ \times N_F$$

$$\therefore N_F = \frac{૨૦ \times ૩૬}{૫} = \underline{૧૪૪ \text{ આંટા}}$$

**દાખલો ૩—**ડ્રાઈવરનો વ્યાસ ૧૫ ઈંચ અને ફેલોઅરનો વ્યાસ ૩૫ ઈંચ છે. દર મીનીટે ફેલોઅર ૧૩૦ આંટા ફરે તો તેટલાજ વખતમાં ડ્રાઈવર કેટલા આંટા ફરશે ?

$$D \times N_D = F \times N_F$$

$$૧૫ \times N_D = ૩૫ \times ૧૩૦$$

$$\therefore N_D = \frac{૩૫ \times ૧૩૦}{૧૫}$$

$$= \underline{૩૦૩.૩ \text{ આંટા}}$$

**દાખલો ૪—**ડ્રાઈવર ૧૭૦ આંટા અને ફેલોઅર ૬૦ આંટા ફરે છે. જો ડ્રાઈવરનો વ્યાસ ૧૨ ઈંચ હોય તો ફેલોઅરનો વ્યાસ શોધો ?

$$F = \frac{D \times N_D}{N_F} = \frac{૧૨ \times ૧૭૦}{૬૦} = \underline{૩૪ \text{ ઈંચ}}$$

**દાખલો ૫—**જો ડ્રાઈવર ૭૫ આંટા ફરે અને ફેલોઅર ૧૩૦ આંટા ફરે, તથા ફેલોઅરનો વ્યાસ ૧૫ ઈંચ હોય તો ડ્રાઈવરનો વ્યાસ શોધો ?

$$D = \frac{F \times N_F}{N_D} = \frac{૧૫ \times ૧૩૦}{૭૫} = \underline{૨૬ \text{ ઈંચ}}$$

**દાખલો ૬—**બે ડીસ્ક કે જેમાંની એક બીજીને ચલાવે છે તેની ધરીઓનાં મધ્યબિંદુઓ વચ્ચેનું અંતર ૨૭ ઈંચ છે. તેમાંની એક દર મીનીટે ૧૨૦ આંટા ફરે છે અને બીજી તેટલાજ વખતમાં ૪૦ આંટા ફરે છે તો તે ડીસ્કના વ્યાસો શોધો ?

પહેલી રીત:—

ધરીઓનાં મધ્યબિંદુઓ વચ્ચેનું અંતર ૨૭ ઇંચ છે એટલે બે ડીસ્કની ત્રિજ્યાઓનો સરવાળો ૨૭ ઇંચ છે, તેટલા માટે તેમના વ્યાસોનો સરવાળો =  $૨૭ \times ૨ = ૫૪$  ઇંચ. આંટા એટલે રેવોલ્યુશન્સનું પ્રમાણ  $૧૨૦ : ૪૦ = ૩:૧$  છે, માટે ત્રિજ્યા અથવા વ્યાસોનું પ્રમાણ  $૧ : ૩$  છે.

$$\text{પ્રમાણનો સરવાળો} = ૧ + ૩ = ૪$$

$$\begin{array}{ccccccc} \text{વ્યાસોનો સરવાળો} & & \text{સરવાળો ઇંચમાં} & & \text{ઇંચ વ્યાસ} & & \text{ઇંચ} \\ ૪ & : & ૫૪ & : : & ૧ & : & D \end{array}$$

$$૪ D = ૫૪ \times ૧, \therefore D = \frac{૫૪ \times ૧}{૪} = \underline{૧૩.૫ \text{ ઇંચ}}$$

$$\begin{array}{ccccccc} \text{વ્યાસનો સરવાળો} & & \text{સરવાળો ઇંચમાં} & & \text{ઇંચ વ્યાસ} & & \text{ઇંચ} \\ ૪ & : & ૫૪ & : : & ૩ & : & F \end{array}$$

$$૪ F = ૫૪ \times ૩, \therefore F = \frac{૫૪ \times ૩}{૪} = \underline{૪૦.૫ \text{ ઇંચ}}$$

બીજી રીત:—

ધારોકે D ઇંચ = જેડીસ્ક ૧૨૦ આંટા ફરે છે તેનો વ્યાસ,  
ત્યારે (૫૪-D) ઇંચ = જેડીસ્ક ૪૦ આંટા ફરે છે તેનો વ્યાસ.

$$D \times N_D = F \times N_F$$

$$D \times ૧૨૦ = (૫૪-D) \times ૪૦$$

$$૧૨૦ D = ૨૧૬૦ - ૪૦ D$$

$$\therefore ૧૨૦ D + ૪૦ D = ૨૧૬૦$$

$$૧૬૦ D = ૨૧૬૦$$

$$\therefore D = \frac{૨૧૬૦}{૧૬૦} = \underline{૧૩.૫ \text{ ઇંચ}}$$

$$\text{અને } ૫૪ - D = ૫૪ - ૧૩.૫ = \underline{૪૦.૫ \text{ ઇંચ}}$$

**દાખલો ૯**—આપેલા વખતમાં બે ડીસ્કના આંટાની સંખ્યા વચ્ચેનો તફાવત ૧૨૦ છે, અને તેમની ત્રિજ્યાઓ વચ્ચેનું પ્રમાણ

## એકસર્સાઈઝ ૧લી ૧૫૩૬૯ ૧૧

૩ : ૪ છે. જો તેમના વ્યાસનો સરવાળો ૨૮ ઇંચ હોય તો તેમના વ્યાસ શોધો, અને આપેલા વખતમાં આંટાની સંખ્યા શોધો ?

ત્રિજ્યાનું પ્રમાણ એટલે વ્યાસનું પ્રમાણ ૩ : ૪ છે.

$$\therefore \text{વ્યાસનાં પ્રમાણનો સરવાળો} = ૩ + ૪ = ૭$$

$$\begin{array}{ccccccc} \text{ઇંચસરવાળો} & & \text{ઇંચસરવાળો} & & \text{ઇંચવ્યાસ} & & \text{ઇંચ} \\ ૭ & : & ૨૮ & : & ૩ & : & D \end{array}$$

$$\therefore D = \frac{૨૮ \times ૩}{૭} = \underline{૧૨ \text{ ઇંચ}}$$

$$૭'' : ૨૮'' : : ૪'' : F''$$

$$\therefore F = \frac{૨૮ \times ૪}{૭} = \underline{૧૬ \text{ ઇંચ}}$$

વ્યાસનું પ્રમાણ ૩ : ૪ છે, તેટલા માટે આંટાનું પ્રમાણ = ૪ : ૩ છે..

$$\text{આંટાનાં પ્રમાણ વચ્ચેનો તફાવત} = ૪ - ૩ = ૧$$

$$\begin{array}{ccccccc} \text{તફાવત} & & \text{તફાવત} & & \text{આંટા} & & \\ ૧ & : & ૧૨૦ & : : & ૪ & : & N_D \end{array}$$

$$\therefore N_D = \frac{૧૨૦ \times ૪}{૧} = \underline{૪૮૦ \text{ આંટા}}$$

$$\begin{array}{ccccccc} \text{તફાવત} & & \text{તફાવત} & & \text{આંટા} & & \\ ૧ & : & ૧૨૦ & : : & ૩ & : & N_F \end{array}$$

$$\therefore N_F = \frac{૧૨૦ \times ૩}{૧} = \underline{૩૬૦ \text{ આંટા}}$$

## એકસર્સાઈઝ ૧લી.

૧. બે ડીસ્ક જેઓની રીમોને એકેક સાથે દબાવીને સંબંધમાં રાખી છે, અને જેમાંની એક બીજીને ચલાવે છે તેના વ્યાસો અનુક્રમે ૩૫ ઇંચ અને ૨૦ ઇંચ છે. જો પહેલી ડીસ્ક દર મીનીટે ૧૨૦ આંટા ફરે તો તેટલાજ વખતમાં બીજી કેટલા આંટા ફરશે ?

૨. ડ્રાઈવરનો વ્યાસ ૨૪ ઇંચ અને તેના આંટાની સંખ્યા ૯૬ છે. ફ્રોલોઅરના આંટાની સંખ્યા ૭૪ હોય તો તેનો વ્યાસ શોધો..

૩. ફેલોઅરની ત્રિજ્યા ૫ ઇંચ અને ડ્રાઇવરનો વ્યાસ ૬ ઇંચ છે. જો ફેલોઅર ૭૦ આંટા ફરે તો તેટલાજ વખતમાં ડ્રાઇવર કેટલા આંટા ફરશે ?

૪. ડ્રાઇવરની ત્રિજ્યા ૧૨ ફી ઇંચ અને તેના આંટાની સંખ્યા ૧૪૦ છે. જો ફેલોઅર તેટલાજ વખતમાં ૧૮૦ આંટા ફરે તો તેનો વ્યાસ કેટલો હશે ?

૫. એક ફ્રીક્શન ગીઅરીંગમાં બે ફ્રીક્શન રોલરોના વ્યાસનો સરવાળો ૩૨ ઇંચ છે. એમાંનું એક રોલર ૧૨૫ આંટા ફરે છે અને બીજું ૭૫ આંટા ફરે છે, તો તેમના વ્યાસો શોધો.

૬. બે ફ્રીક્શન રોલર્સ જેમાંનું એક ડ્રાઇવર અને બીજું ફેલોઅર છે તેની ધરીનાં મધ્યબિંદુઓ વચ્ચેનું અંતર ૨૩ ઇંચ છે. ડ્રાઇવર દર મીનીટ ૧૩૦ આંટા ફરે છે, અને ફેલોઅર તેટલાજ વખતમાં ૪૫ આંટા ફરે છે તો તેમના વ્યાસો શોધો.

૭. બે ડીસ્ક જેમાંની એક ડ્રાઇવર અને બીજી ફેલોઅર છે તેમના આંટા અથવા રેવોલ્યુશન્સનો સરવાળો આપેલા વખતમાં ૨૪૦ છે અને તેમની ત્રિજ્યાઓનું પ્રમાણ ૨ : ૩ છે. જો તેમના વ્યાસો વચ્ચેનો તફાવત ૪ ઇંચ હોય તો તેમના વ્યાસો શોધો; અને વળી આપેલા વખતમાં તેમના આંટા અથવા રેવોલ્યુશન્સની સંખ્યા શોધો.

૮. બે શાફ્ટ ૪ ફુટ દુર છે તેઓને ડીસ્કની મદદ વડે જોડવાની છે જેથી તેમાંની એક શાફ્ટ બીજી શાફ્ટને ૪ : ૧નાં ગતિનાં પ્રમાણમાં ચલાવી શકે, તો ડીસ્કના વ્યાસો શોધો.

૯. ફ્રીક્શન રોલરોના વ્યાસો ૧૫ ઇંચ અને ૮ ઇંચ છે, અને તેમના આંટા અથવા રેવોલ્યુશન્સનો સરવાળો આપેલા વખતમાં ૪૫૦ છે, તો તેટલાજ વખતમાં તેમના આંટાઓની સંખ્યા શોધો.

**હાંતાનાં ચક્કરો અને તેમનાં વડે થતું ગતિનું સંચારણ—**  
**તુથડ ગીઅરીંગ (Toothed Gearing)**—જ્યારે એક શાફ્ટ ઉપરથી તેની પાસે આવેલી બીજી સમાંતર શાફ્ટ ઉપર પાવર એટલે

શક્તિનું અથવા ગતિનું સંચારણ કરવું હોય અને જો તે પાવર અતિશય નાના પ્રમાણમાં હોય તો ડીસ્ક અથવા ફ્રીક્શન રોલર્સ આકૃતિ રમાં દેખાડ્યા પ્રમાણે વપરાય છે, પણ જો તે પાવર મોટા પ્રમાણમાં હોય તો તે ડીસ્ક અથવા રોલર્સના પરિઘ અથવા રીમ ઉપર દાંતાઓ (teeth) બનાવવામાં આવે છે. આવી રીતનાં દાંતાવાળાં ચક્કરોને “તુથ વ્હીલ્સ” અથવા “સ્પર વ્હીલ્સ” (toothed wheels અથવા spur wheels) કહે છે. આ જાતનાં બે ચક્કરો એક બીજાં સાથે એવી રીતે જોડાણમાં એટલે ગીઅર (gear)માં લાવવામાં આવે છે કે એક ચક્કરના દાંતા બીજાં ચક્કરના બે દાંતાઓ વચ્ચેના ગાળા (space)માં બેસતા આવે; પણ એક બાજુએથી તથા તળીયેથી કાંઈકે મોકળી જગ્યા રહે કે જેને અનુક્રમે “સાઇડ કલ્લીઅરન્સ” અને “બૉટમ કલ્લીઅરન્સ” કહે છે. ફ્રીક્શન રોલર્સમાં જે સ્લીપીંગ થાય છે તેવું સ્લીપીંગ દાંતાનાં ચક્કરોમાં થતું નથી.

**દાંતાનાં ચક્કરોને લગતી વ્યાખ્યાઓ:—**

**પીચ સર્ફેસીસ**—બે દાંતાવાળાં ચક્કરો કે જેઓ એક બીજાં સાથે જોડાણમાં એટલે ગીઅરમાં છે તેની પીચની સપાટીઓ એટલે પીચ સર્ફેસીસ (pitch surfaces)એ બે કલ્પિત ફ્રીક્શન વ્હીલ્સની સપાટીઓ છે, જે કલ્પિત ફ્રીક્શન વ્હીલ્સની ધરીઓ અને તેની ગતિ તે દાંતાવાળાં ચક્કરો ને તદ્દન મળતીજ હોય; અને કલ્પિત વર્તુલ કે જે આ કલ્પિત ફ્રીક્શન વ્હીલ દર્શાવે છે તેને “પીચ સર્કલ” (pitch circle) એટલે પીચનું વર્તુલ કહે છે.

**પીચ સર્કલ**—એક દાંતાવાળાં ચક્કરનું “પીચ સર્કલ” એટલે “પીચ વર્તુલ” એ તે ચક્કરમાં એક કલ્પિત વર્તુલ છે જે જ્યારે તે ચક્કર બીજાં ચક્કર સાથે જોડાણ એટલે ગીઅર (gear)માં હોય ત્યારે તેની ગતિ દર્શાવે છે. આ બાબદમાં પીચ સર્કલો તેમનાં ફરવા દરમ્યાન એક બીજા સાથે ચાલુ સંબંધમાં રહેશે.

**પીચ**—ચક્કરમાં દાંતાનો “પીચ” એ પીચ લાઈન અથવા પીચ સર્કલ ઉપર માપેલું એક દાંતા-ઉપરનાં એક બિંદુથી તેની પાસેના બીજા દાંતા ઉપરનાં તેનેજ મળતાં બીજાં બિંદુ વચ્ચેનું અંતર છે; અથવા, એક દાંતા ઉપરનાં મધ્ય બિંદુથી તેની પાસેના બીજા દાંતા ઉપરનાં મધ્યબિંદુ સુધીનાં પીચ લાઈન ઉપર માપેલાં અંતરને ચક્કરના દાંતાનો “પીચ” કહે છે.

પીચ બે રીતે બોલાય છે, પહેલો, “સર્કમફ્રેન્શીઅલ અથવા સર્કયુલર પીચ” (**circumferential** અથવા **circular pitch**), અને બીજો, “ડાયમેટ્રલ પીચ” (**diametral pitch**) છે.

ઉપર પીચની જે વ્યાખ્યા આપી છે તે સર્કમફ્રેન્શીઅલ અથવા સર્કયુલર પીચની છે. આ પીચ એન્જનીયરો મુખ્ય ભાગે વાપરે છે.

**ડાયમેટ્રલ પીચ**—નાના પીચનાં ચક્કરો, જેવાંકે સ્ક્રૂ કટીંગ લેધમાં વપરાતાં દાંતાવાળાં એન્જ વ્હીલ્સ, તથા સુતરની મીલના સંચાઓમાં વપરાતાં દાંતાનાં ચક્કરો, વિગેરે માટે પીચ માપવાની જે બીજી રીત વપરાય છે તે “ડાયમેટ્રલ પીચ” છે. વ્હીલના વ્યાસના દર એક ઇંચ દીઠ દાંતાની સંખ્યા વડે આ પીચ દર્શાવવામાં આવે છે. દાખલા તરીકે, જે ચક્કરના પરિધમાં ૪૦ દાંતા હોય, અને તે ચક્કરનાં પીચ સર્કલનો વ્યાસ ૮ ઇંચ હોય તો વ્યાસના દર ઇંચ દીઠ દાંતાની સંખ્યા ૫ આવશે, એટલે ડાયમેટ્રલ પીચ ૫ કહેવાશે. કોઈ કોઈ વાર ડાયમેટ્રલ પીચ અપૂર્ણાંકમાં બોલાય છે, એટલે ડાયમેટ્રલ પીચ ૫ હોય તો  $\frac{1}{2}$  ડાયમેટ્રલ પીચ એમ પણ બોલાય છે.

**એડેન્ડમ (addendum)**—પીચ સર્કલની બહારના દાંતાના ભાગને “એડેન્ડમ” કહે છે.

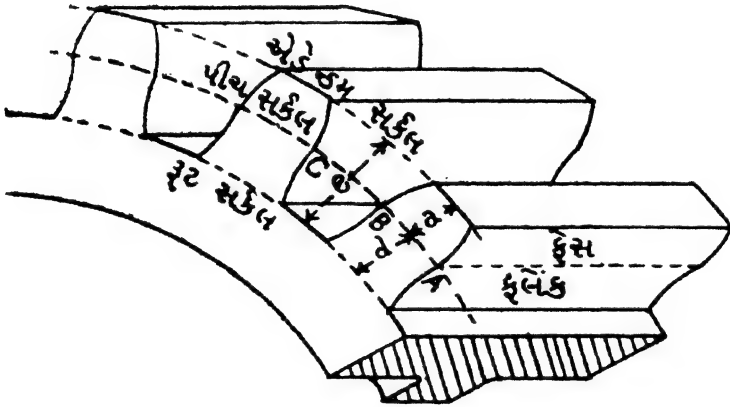
**ડીડેન્ડમ અથવા રૂટ**—પીચ સર્કલની અંદરના દાંતાના ભાગને “ડીડેન્ડમ” (**dedendum**) અથવા “રૂટ” (**root**) કહે છે.

**ફેસ (face)**—એડેન્ડમની કાર્ય કરતી બાજુની સપાટીને “ફેસ” કહેવામાં આવે છે.

**ફ્લેન્ક (flank)**—ડીડેન્ડમ અથવા રૂટની કાર્ય કરતી બાજુની સપાટીને “ફ્લેન્ક” કહે છે.

**એડેન્ડમ સર્કલ**—પીચ સર્કલનાં મધ્યાબદ્ધ (centre) ઉપરથી દોરાયલાં અને દાંતાનાં મથાળાંમાંથી પસાર થતાં વર્તુલને “એડેન્ડમ સર્કલ” કહેવામાં આવે છે.

**ડીડેન્ડમ અથવા રૂટ સર્કલ**—પીચ સર્કલનાં મધ્યાબદ્ધ (centre) ઉપરથી દોરાયલાં અને દાંતાનાં તળીયાંમાંથી પસાર થતાં વર્તુલને “ડીડેન્ડમ સર્કલ” અથવા “રૂટ સર્કલ” કહે છે.



આકૃતિ ૩

**દાંતાનાં પ્રમાણ**—આકૃતિ ૩માં પીચ =  $P = ABC$  છે. દાંતાની ઝડાઈ =  $AB = .૪૭ P$ . ગાળા (space)ની પહોળાઈ =  $BC = .૫૩ P$ . દાંતાની કુલ ઊંચાઈ અથવા ઉંચાઈ =  $e = .૭ P$ . પીચ લાઈનની ઉપર દાંતાની ઉંચાઈ એટલે એડેન્ડમ =  $a = .૩ P$ . પીચ લાઈનની અંદર દાંતાની ઉંચાઈ એટલે ડીડેન્ડમ =  $d = .૪ P$ . બહારની રીમની પહોળાઈ એટલે દાંતાની પહોળાઈ =  $૨ P$  થી  $૩ P$ . ભારે મીલ ગીયરીંગ માટે કોઈ કોઈ વાર પહોળાઈ  $૫ P$  જેટલી મોટી રાખવામાં આવે છે.



**ઢીલનાં પીય સર્કલના વ્યાસ નક્કી કરવાની રીત:—**

ધારો કે  $P$  = દાંતાનો પીય (સર્કયુલર પીય), અને  $N$  = ઢીલમાંના દાંતાની સંખ્યા છે, અને  $D$  = ઢીલનાં પીય સર્કલનો વ્યાસ છે, તો પીય સર્કલનો પરિધ = દાંતાની સંખ્યા  $\times$  પીય =  $N \times P$  છે. પણ પીય સર્કલનો પરિધ = પીય સર્કલનો વ્યાસ  $\times$  ૩.૧૪૧૬ =  $D \times ૩.૧૪૧૬$  છે.

$$\text{ત્યારે } D \times ૩.૧૪૧૬ = N \times P,$$

$$\therefore D = \frac{N \times P}{૩.૧૪૧૬}, \quad N = \frac{D \times ૩.૧૪૧૬}{P},$$

$$\text{અને } P = \frac{D \times ૩.૧૪૧૬}{N}$$

ધારો કે એક ઢીલ તેના વ્યાસના દર ઈંચ દીઠ ૬ દાંતાનું હોય અથવા તેનો ડાયમેટ્રલ પીય  $\frac{૧}{૬}$  હોય, અને તેમાં દાંતાની સંખ્યા ૫૦ હોય તો તે ઢીલનાં પીય સર્કલનો વ્યાસ =  $\frac{૫૦}{૬} = ૮\frac{૨}{૩}$  ઈંચ થશે.

ધારો કે  $n$  = પીય સર્કલના વ્યાસના દર એક ઈંચ દીઠ દાંતાની સંખ્યા હોય એટલે ડાયમેટ્રલ પીય =  $\frac{૧}{n}$  થશે,

$N$  = ઢીલમાં દાંતાની કુલ સંખ્યા, અને  $D$  = પીય સર્કલનો વ્યાસ હોય, તો

$$nD = N, \quad n = \frac{N}{D}, \quad D = \frac{N}{n}$$

**સર્કયુલર અને ડાયમેટ્રલ પીયનાં પ્રમાણ નીચે પ્રમાણે છે:—**

પીય સર્કલનો પરિધ : પીય સર્કલનો વ્યાસ :: ૩.૧૪૧૬ : ૧

$$NP : \frac{N}{n} :: ૩.૧૪૧૬ : ૧$$

$$\therefore P : \frac{૧}{n} :: ૩.૧૪૧૬ : ૧$$

$$\therefore P \times ૧ = \frac{૧}{n} \times ૩.૧૪૧૬$$

$$\therefore P = \frac{૩.૧૪૧૬}{n} = \text{સર્કયુલર પીય.}$$

આ ઉપરથી માલમ પડશે કે ડાયમેટ્રલ પીચ આપેલો હોય અને તેનેજ મળતો સર્ક્યુલર પીચ શોધવો હોય તો ૩.૧૪૧૬ ને વ્યાસના દર ઇંચ દીઠ દાંતાની સંખ્યા વડે લાગવાથી સર્ક્યુલર પીચ આવશે.

**દાખલો ૧**—એક દાંતાવાળાં ચક્કરમાં પીચ સર્કલનો વ્યાસ ૩૮.૧૯ ઇંચ છે, અને પીચ ૧.૫ ઇંચ છે, તો તેમાં દાંતાની સંખ્યા કેટલી હશે ?

દાંતાની સંખ્યા  $\times$  પીચ = પરિધ.

$$\text{વ્યાસ} \times \frac{૨૨}{૭} = \text{પરિધ.}$$

$$\therefore \text{દાંતાની સંખ્યા} \times \text{પીચ} = \text{વ્યાસ} \times \frac{૨૨}{૭}$$

$$\text{દાંતાની સંખ્યા} \times ૧.૫ = ૩૮.૧૯ \times \frac{૨૨}{૭}$$

$$\therefore \text{દાંતાની સંખ્યા} = \frac{૩૮.૧૯ \times ૨૨}{૧.૫ \times ૭} = \underline{૮૦ \text{ દાંતા}}$$

**દાખલો ૨**—એક દાંતાવાળાં ચક્કરમાં પીચ સર્કલનો વ્યાસ ૧૪ ઇંચ છે, અને દાંતાની સંખ્યા ૭૦ છે, તો ડાયમેટ્રલ પીચ અને સર્ક્યુલર પીચ શોધો.

$$\text{ડાયમેટ્રલ પીચ} = \frac{૭૦}{૧૪} = ૫ \text{ દાંતા દર ઇંચ વ્યાસ દીઠ} = \frac{૧}{૫}$$

$$\text{સર્ક્યુલર પીચ} = \frac{૩.૧૪૧૬}{n}, \text{ એમાં } n = ૬૨ \text{ ઇંચ વ્યાસ દીઠ દાંતાની સંખ્યા}$$

$$= \frac{૩.૧૪૧૬}{૫}$$

$$= \underline{૦.૬૨૮૩} = \underline{\frac{૫}{૮} \text{ ઇંચ લગભગ.}}$$

**દાખલો ૩**—પીચ સર્કલનો વ્યાસ ૧૨ ઇંચ, અને ડાયમેટ્રલ પીચ  $\frac{૧૦}{૧૬}$  ઇંચ અથવા ૬૨ ઇંચ વ્યાસ દીઠ ૧૦ દાંતા છે, તો દાંતાની સંખ્યા અને સર્કમફ્રેન્શીયલ પીચ શોધો.

$$\text{દાંતાની સંખ્યા} = ૧૨ \times ૧૦ = \underline{૧૨૦}$$

$$\text{સર્કમફ્રેન્શીયલ પીચ} = \frac{૩.૧૪૧૬}{૧૦} = ૦.૩૧૪૧૬'' = \underline{\underline{\frac{૫}{૧૬}}}$$

અથવા,

$$N \times P = D \times ૩.૧૪૧૬$$

$$૧૨૦ \times P = ૧૨ \times ૩.૧૪૧૬$$

$$\therefore P = \frac{૧૨ \times ૩.૧૪૧૬}{૧૨૦} = ૦.૩૧૪૧૬'' = \underline{\underline{\frac{૫}{૧૬}}} \text{ ઇંચ}$$

**દાખલો ૪**—એક ચક્કરમાં ૯૦ દાંતા છે, અને ૬૨ ઇંચ વ્યાસ દીઠ ૮ દાંતા અથવા ડાયમેટ્રલ પીચ  $\frac{૧}{૮}$  છે, તો પીચ સર્કલનો વ્યાસ શોધો.

$$\text{પીચ સર્કલનો વ્યાસ} = \frac{૯૦}{૮} = \underline{૧૧.૨૫ \text{ ઇંચ}}$$

**દાખલો ૫**—સર્કયુલર પીચ .૪૪૮૮ ઇંચ છે, તો ડાયમેટ્રલ પીચ શોધો ?

$$\text{સર્કયુલર પીચ} = \frac{૩.૧૪૧૬}{\text{ડાયમેટ્રલ પીચ}}$$

$$\therefore \text{સર્કયુલર પીચ} \times \text{ડાયમેટ્રલ પીચ} = ૩.૧૪૧૬.$$

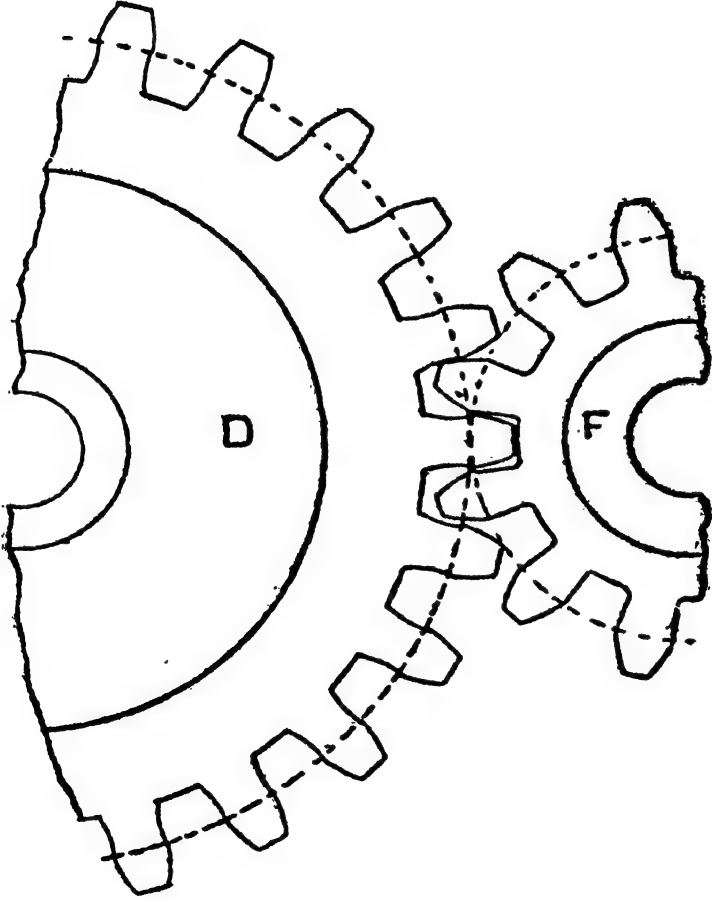
$$\therefore \text{ડાયમેટ્રલ પીચ} = \frac{૩.૧૪૧૬}{\text{સર્કયુલર પીચ}}$$

$$= \frac{૩.૧૪૧૬}{.૪૪૮૮}$$

$$= \underline{૭ \text{ ઇંચ વ્યાસ દીઠ.}}$$

**ચક્કરોની ગતિનું પ્રમાણ (Velocity ratio of wheels)**—આકૃતિ ૪માં બે ચક્કરો D અને F ગીઅરમાં હોય અને

ચક્કર Dને ગતિ આપવામાં આવે તો તે ગતિનું સંચારણ ચક્કર F ઉપર થશે, એટલે F પણ ફરવા માંડશે. એમાં D ફાઈવર અને F ફોલોઅર કહેવાશે. તેમના આંટા એટલે રેવોલ્યુશન્સ એ પીચ લાઈનના



આકૃતિ ૪

વ્યાસોનાં ઉલટાં પ્રમાણમાં છે. પણ પીચ લાઈનના વ્યાસો તેમના દાંતાની સંખ્યાનાં પ્રમાણમાં છે, માટે આંટા એટલે રેવોલ્યુશન્સ એ દાંતાની સંખ્યાનાં ઉલટાં પ્રમાણમાં છે. એનો અર્થ એમ થાય છે કે જો એક

ઢીલમાં દાંતાની સંખ્યા ખીજનું કરતાં વધુ હોય તો તે મોટાં ઢીલના આંટા ખીજનું નાનાં ઢીલના આંટા કરતાં પ્રમાણમાં ઓછા થશે.

ધારોકે,  $D$  = ઢીલ  $D$ માં દાંતાની સંખ્યા,

$F$  = ઢીલ  $F$ માં દાંતાની સંખ્યા,

$N_D$  = ઢીલ  $D$ ના આંટાની સંખ્યા,

અને,  $N_F$  = તેટલાજ વખતમાં ઢીલ  $F$ ના આંટાની સંખ્યા.

$$\text{તારે } N_D : N_F :: F : D,$$

$$\therefore D \times N_D = F \times N_F,$$

$$D = \frac{F N_F}{N_D}, \quad N_D = \frac{F N_F}{D}, \quad F = \frac{D N_D}{N_F}, \quad \text{અને}$$

$$N_F = \frac{D N_D}{F}$$

દાંતાવાળાં ચક્કરોમાં મોટાં ચક્કરને ઢીલ (Wheel) અને નાનાં ચક્કરને પીનીઅન (pinion) કહેવામાં આવે છે.

દાખલો ૬—એક એન્જીનની ક્રેક શાફ્ટ ઉપર ચાવીથી સજ્જ કરેલાં એક દાંતાનાં ચક્કરમાં ૧૮૦ દાંતા છે જે દર મીનીટે ૧૨૦ આંટા ફરે છે. આ ચક્કરની મદદ વડે ખીજ શાફ્ટને દર મીનીટે ૨૦૦ આંટાની ઝડપે ચલાવવાની છે, તો તે શાફ્ટ ઉપર કેટલાં દાંતાનું ચક્કર મુકવું જોઈશે ?

$$D : F :: N_F : N_D$$

$$\therefore D N_D = F N_F$$

$$૧૮૦ \times ૧૨૦ = F \times ૨૦૦$$

$$\therefore F = \frac{૧૮૦ \times ૧૨૦}{૨૦૦}$$

$$= ૧૦૮ \text{ દાંતાનું ચક્કર}$$

**દાખલો ૭**—એક મશીનમાં બે શાફ્ટનાં મધ્યે વચ્ચેનું અંતર ૬ ઇંચ છે અને તેઓને દાંતાનાં ચક્કરો વડે એવી રીતે જોડેલી છે કે તેઓમાંનું એક જે ડ્રાઇવર છે તે દર મીનીટે ૧૦૦ આંટા અને બીજું જે ફેલોઅર છે તે તેટલાજ વખતમાં ૬૦ આંટા ફરે છે, તો બે ચક્કરોના પીચ સર્કલના વ્યાસ શોધો.

બન્ને ચક્કરોનાં પીચ સર્કલની ત્રિજ્યાનો સરવાળો = ૬ ઇંચ.

∴ તેમના વ્યાસોનો સરવાળો = ૬ × ૨ = ૧૨ ઇંચ.

$$N_D : N_F :: ૧૦૦ : ૬૦$$

$$:: ૫ : ૩$$

ડ્રાઇવરનો વ્યાસ : ફેલોઅરનો વ્યાસ :: ૩ : ૫

∴ વ્યાસોનાં પ્રમાણનો સરવાળો = ૩ + ૫ = ૮

૮" : ૧૨" :: ૩" : ડ્રાઇવરનો વ્યાસ

$$∴ ડ્રાઇવરનો વ્યાસ = \frac{૧૨ \times ૩}{૮} = ૪.૫ ઇંચ$$

૮" : ૧૨" :: ૫" : ફેલોઅરનો વ્યાસ

$$∴ ફેલોઅરનો વ્યાસ = \frac{૧૨ \times ૫}{૮} = ૭.૫ ઇંચ$$

**દાખલો ૮**—ઉપલા દાખલામાં આપેલાં મશીનમાં શાફ્ટોને અનુક્રમે ૧૨૦ અને ૮૦ આંટાની ઝડપે ફેરવવાની છે, અને ઉપલા દાખલાના જેટલોજ પીચ લેવાનો છે, તો આ નવી રચનામાં ચક્કરોમાં દાંતાની સંખ્યા કેટલી રાખવી જોઈશે ?

શાફ્ટોનાં મધ્યોનાં સ્થાનમાં કશો પણ ફેરફાર થતો નથી, માટે એતો નક્કી છે કે નવી રચનામાં બન્ને ચક્કરોમાંના દાંતાનો સરવાળો ઉપલા દાખલાનાં ચક્કરોનાં જેટલોજ એટલે ૧૦૦ + ૬૦ = ૧૬૦ રાખવો જોઈશે.

$$આંટાનું પ્રમાણ = ૧૨૦ : ૮૦ = ૩ : ૨$$

∴ દાંતાનું પ્રમાણ = ૨ : ૩

$$દાંતાનાં પ્રમાણનો સરવાળો = ૨ + ૩ = ૫$$

$$\begin{aligned}
 & ૫ : ૧૬૦ :: ૨ : \text{વધારે ઝડપે ફરતાં ચક્કરમાં દાંતા} \\
 \therefore ૧૨૦ \text{ આંટાની ઝડપે ફરતાં ચક્કરમાં દાંતાની સંખ્યા} &= \\
 &= \frac{૧૬૦ \times ૨}{૫} = \underline{૬૪ \text{ દાંતા}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & ૫ : ૧૬૦ :: ૩ : \text{ઑછી ઝડપે ફરતાં ચક્કરમાં દાંતા.} \\
 \therefore ૮૦ \text{ આંટાની ઝડપે ફરતાં ચક્કરમાં દાંતાની સંખ્યા} &= \\
 &= \frac{૧૬૦ \times ૩}{૫} = \underline{૯૬ \text{ દાંતા}}
 \end{aligned}$$

**દાખલો ૯**—આશરે ૪ ફુટને અંતરે આવેલી બે શાફ્ટોને દાંતાનાં ચક્કરો વડે જોડવાની છે. ગતિનું પ્રમાણ ૫ : ૩ છે, તો ચક્કરોનાં પીચ સર્કલના બરાબર બરાબર વ્યાસ અને તેમના દાંતાની સંખ્યા શોધો ? પીચ ૧૩ ઇંચનો છે. વળી બન્ને શાફ્ટોનાં મધ્યો વચ્ચેનાં આપેલાં અંતરમાં કેટલો ફરક પડશે તે જણાવો ?

$$\begin{aligned}
 & \text{ચક્કરોનાં પીચ સર્કલની ત્રિજ્યાનો સરવાળો ૪ ફુટ} = ૪ \times ૧૨ \\
 &= ૪૮ \text{ ઇંચ છે.}
 \end{aligned}$$

$$\therefore \text{તેમના વ્યાસોનો સરવાળો} = ૪૮ \times ૨ = ૯૬ \text{ ઇંચ.}$$

ગતિનું પ્રમાણ ૫ : ૩ છે.

$$\therefore \text{વ્યાસોનું પ્રમાણ} = ૩ : ૫$$

$$\text{વ્યાસોનાં પ્રમાણનો સરવાળો} = ૩ + ૫ = ૮$$

૮ : ૯૬" :: ૩ : વધારે ઝડપે ફરતાં એટલે નાનાં ચક્કરનો વ્યાસ.

$$\therefore \text{નાનાં ચક્કરનો વ્યાસ} = \frac{૯૬ \times ૩}{૮} = \underline{૩૬ \text{ ઇંચ વ્યાસ}}$$

૮ : ૯૬" :: ૫ :: ઑછી ઝડપે ફરતાં એટલે મોટાં ચક્કરનો વ્યાસ,

$$\therefore \text{મોટાં ચક્કરનો વ્યાસ} = \frac{૯૬ \times ૫}{૮} = \underline{૬૦ \text{ ઇંચ વ્યાસ}}$$

દાંતાની સંખ્યા  $\times$  પીચ = પરિધ

$$N \times 1\frac{1}{2} = ૬૦ \times \frac{૨૨}{૭}$$

$$\therefore N = ૬૦ \times \frac{૨૨}{૭} \times \frac{૭}{૨} = ૧૨૫.૭$$

$$= ૧૨૫ દાંતા ૬૦'' વ્યાસવાળાં ચક્કરમાં$$

$$૩ : ૫ :: n : ૧૨૫$$

$$\therefore n = \frac{૩ \times ૧૨૫}{૫}$$

$$= ૭૫ દાંતા ૩૬'' વ્યાસવાળાં ચક્કરમાં$$

પીચ  $\times$  દાંતાની સંખ્યા = પીચ સર્કલનો વ્યાસ  $\times \frac{૨૨}{૭}$

$$\therefore \text{પીચ સર્કલનો ખરો વ્યાસ} = \frac{\text{પીચ} \times \text{દાંતાની સંખ્યા}}{\frac{૨૨}{૭}}$$

$$= \frac{૩}{૨} \times ૧૨૫ \times \frac{૭}{૨}$$

$$= ૫૯.૬૫૯૦ ઇંચ$$

$$\text{પીચ સર્કલનો ખરો વ્યાસ} = \frac{૩}{૨} \times ૭૫ \times \frac{૭}{૨}$$

$$= ૩૫.૭૯૫૬ ઇંચ$$

બન્ને શાફ્ટોનાં મધ્યો વચ્ચેનું ખરેખરું અંતર =

$$= \frac{૫૯.૬૫૯૦}{૨} + \frac{૩૫.૭૯૫૬}{૨} = ૪૭.૭૨૭૩$$

પણ આપેલું અંતર ૪૮ ઇંચ છે, માટે

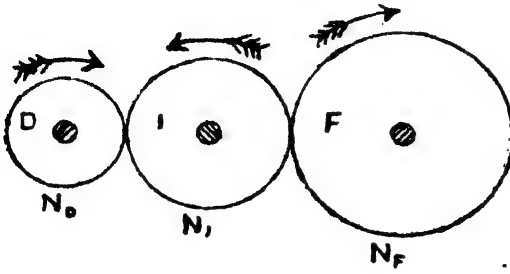
$$\text{તફાવત} = ૪૮ - ૪૭.૭૨૭૩$$

$$= ૦.૨૭૨૭ ઇંચ$$

**આઈડલ વ્હીલ્સ ( Idle Wheels )**—જો એક દાંતાનું ચક્કર બીજાં દાતાનાં ચક્કર સાથે ગીઅરમાં એટલે જોડાણમાં હોય અને એક ચક્કરને ગતિ આપવામાં આવે એટલે ફેરવવામાં આવે તો બીજાં ચક્કર તેનાથી ઉલટી દિશામાં ફરશે. જો બન્ને ચક્કરોને એકજ દિશામાં



ફેરવવાની જરૂર હોય તો તે બે ચક્કરોની વચ્ચે એક વચગાળેની શાફ્ટ



આકૃતિ ૫

ગતિ એકજ સરખી થશે.

સારે  $DN_D = IN_I$

અને  $IN_I = FN_F$  છે.

ઉપર આપેલા ઇકવેશનની ડાબી બાજુઓનો અને જમણી બાજુઓનો ગુણાકાર કરતાં

$$DN_D \times IN_I = IN_I \times FN_F$$

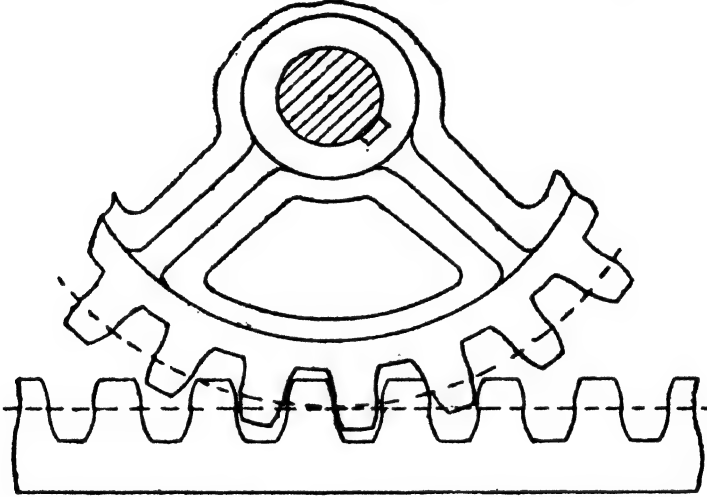
$$\therefore DN_D = FN_F.$$

જો ચક્કર D ને F સાથે સીધું ગીઅર કરવામાં આવે તો આપણને  $DN_D = FN_F$  મળશે. તેટલા માટે વચગાળેનું ચક્કર I ગતીનાં પ્રમાણ ઉપર કરી પણ અસર કરતું નથી, પણ આકૃતિ ૫ માં દેખાડ્યા પ્રમાણે માત્ર ફરવાની દિશા બદલે છે. પહેલું અને છેલ્લું વ્હીલ એકજ દિશામાં ફરે છે અને વચગાળેનું વ્હીલ માત્ર ગતિ લઈ જનાર તરીકે કાર્ય કરે છે. આ વચગાળેનું વ્હીલ ગતિનાં પ્રમાણમાં કશો પણ ફેરફાર કરતું નથી તેથી તેને “આઈડલ વ્હીલ” (idle wheel) કહે છે. એજ પ્રમાણે આપણે આઈડલ વ્હીલ્સની ગમે એટલી સંખ્યા ફ્રાઈવર અને ફ્રાઈવરનાં ગતિનાં પ્રમાણને કશીપણ અસર કર્યા સિવાય વાપરી શકીએ.

**રૅક અને પીનીઅન (rack and pinion)**—જો એક લોઢાના સીધા સળીઆ ઉપર તેની એક બાજુએ દાંતા કાપેલા હોય

ઉપર એક ખીજું વ્હીલ આપતું જોઈએ કે જે આ બન્ને ચક્કરો સાથે ગીઅરમાં હોય. આ આકૃતિ ૫ માં દર્શાવ્યું છે. એમાં ચક્કર D અને F બન્ને એકજ દિશામાં ફરશે. ચક્કરો D, I, અને F ના પરિધની

તો તે સળીઆને “રેક” કહેવામાં આવે છે. તેટલા માટે રેકને અણુ-હદ ત્રિજ્યાવાળાં અથવા અસંખ્ય દાંતાવાળાં ચક્કર તરીકે ગણવામાં આવે છે. જ્યારે રેક સાથે તેના જેટલાજ પીચવાળું એક પીનીઅન ગીઅર કરેલું હોય છે ત્યારે તે બન્ને મળીને એક ઉપયોગી જોડાણ બને છે જેને “રેક અને પીનીઅન” કહેવામાં આવે છે. આ આકૃતિ ૬માં બતાવ્યું છે. રેક અને પીનીઅન વડે પીનીઅનની ગોળ



આકૃતિ ૬

ગતિનું રેકની સીધી લીટીની ગતિમાં રૂપાંતર થાય છે. રેક અને પીનીઅન પ્લેનોગ મશીનની ટેબલને અને મોટી કરવતીની ઍચને આમ તેમ ચલાવવા માટે તેમજ શેર્પીંગ અને ડ્રીલોંગ મશીનની ટેબલને તથા નહેર માટેના બંધ અથવા બંધારા (dam)માં આવતા સ્લુસને ઉપર નીચે ચલાવવા માટે વપરાય છે.

રેક અને પીનીઅન તેના હાથા સાથે વ્હીલ અને એક્સલનું અથવા લીવર અને વિંચ બેરલનું એક રૂપાંતર અથવા સ્વરૂપ બને છે, જેમાં રેક વડે કરવામાં આવતા અવરોધ અને તેનાં વળનને હાથા ઉપર લાગુ પાડેલાં જોર વડે દુર કરવામાં આવે છે. હાથાનો

દરેક આંટા પીનીઅનને ફેરવે છે અને પરિણામે રેકને પીનીઅનનાં પીચ સર્કલના પરિઘની બરાબરનાં સીધી લીટીમાંનાં અંતરે ચલાવે છે. તેટલા માટે મોમેન્ટના અને કામના નિયમો જે રીતે વ્હીલ અને એક્સલને તથા વિંચને લાગુ પાડવામાં આવ્યા છે તેજ રીતે રેક અને પીનીઅનને પણ લાગુ પાડી શકાય છે.

જો  $P$  = હાથા ઉપર લાગુ પાડેલું જોર પૌંડમાં,

$R$  = જે વર્તુલમાં હાથો ફેરે છે તે વર્તુલની ત્રિજ્યા ઇંચમાં,

$r$  = પીનીઅનનાં પીચ સર્કલની ત્રિજ્યા ઇંચમાં,

$W$  = વજન અથવા રેકનાં પોતાનાં વજન સાથે દુર કરવામાં આવતો અવરોધ પૌંડમાં,

ત્યારે લીવરના નિયમ પ્રમાણે—

$$P \times R = W \times r$$

અને કામના નિયમ પ્રમાણે—

$$P \times R \times \pi \times \frac{\pi}{180} = W \times r \times \pi \times \frac{\pi}{180}$$

$$\therefore P \times R = W \times r$$

અને થીઅરેટીકલ મીકેનીકલ એડવાન્ટેજ એટલે

$$\text{યાંત્રિક લાભ} = \frac{W}{P} = \frac{R}{r} = \frac{P\text{ની ગતિ}}{W\text{ની ગતિ}}$$

જો  $E$  = રેક અને પીનીઅનની રચનાની એપ્રીશીઅન્સી હોય તો

$$P \times R \times \pi \times \frac{\pi}{180} \times E = W \times r \times \pi \times \frac{\pi}{180}$$

$$P \times R \times E = W \times r$$

$$\therefore \text{વ્યવહારીક યાંત્રિક લાભ} = \frac{W}{P} = \frac{RE}{r}$$

$$= \frac{P\text{ની ગતિ} \times \text{એપ્રીશીઅન્સી}}{W\text{ની ગતિ}}$$

**દાખલો ૧૮**—એક રેક અને પીનીઅનમાં પીનીઅનમાંનું વર્તુલ કે જે ઉપરથી રેકના દાંતા ઉપર દબાણનું સંચારણ કરવામાં આવે છે તેનો વ્યાસ એટલે પીચ સર્કલનો વ્યાસ ૧૦ ઇંચ છે, તો આ પીનીઅનને ૫ આંટા ફેરવવામાં આવે તો રેક કેટલો આગળ ચાલશે ?

પીનીઅનના એક આંટામાં રેકની ચાલ = પીનીઅનનાં

પીચ સર્કલનો પરિધ.

∴ પીનીઅનના એક આંટામાં રેકની ચાલ =  $10 \times 3.1416$

∴ પીનીઅનના ૫ આંટામાં રેકની ચાલ =  $10 \times 3.1416 \times 5$   
= 157.08 ઇંચ

**દાખલો ૧૧**—૩.૨ ઇંચ વ્યાસનું એક પીનીઅન સ્લુસગેટને લાગુ પાડેલા એક ઇંચ પીચવાળા રેક સાથે ગીઅર થાય છે. તે પીનીઅનને ૧૨-૮ ઇંચ લાંબા હાથા વડે ફેરવવામાં આવે છે. જો સ્લુસ અને રેકનું કુલ વજન ૧૦૦ પૌંડ હોય તો તે સ્લુસગેટને ઉપાડવા માટે હાથાને છેડે કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈશે? વળી હાથાને ૬ આંટા ફેરવવાથી સ્લુસ કેટલા ઝુટ ઉંચકાશે?

ક્રમના નિયમ પ્રમાણે—

ખર્ચ કરેલી શક્તિ = ઉપયોગી કામ

$P \times P$ ની ગતિ =  $W \times W$ ની ગતિ

પીનીઅનના એક આંટામાં  $P$ ની ગતિ =  $12.8 \times 2 \times \frac{22}{7}$  અને

તેટલાજ વખતમાં  $W$ ની ગતિ = પીનીઅનનાં પીચ સર્કલનો પરિધ  
=  $3.2 \times \frac{22}{7}$ .

∴  $P \times 12.8 \times 2 \times \frac{22}{7} = 100 \times 3.2 \times \frac{22}{7}$

$P \times 12.8 \times 2 = 100 \times 3.2$

∴  $P = \frac{100 \times 3.2}{12.8 \times 2} = \underline{12.5}$  પૌંડ

પીનીઅનના એક આંટામાં રેકની ચાલ = પીનીઅનનાં પીચ સર્કલનો પરિધ =  $3.2 \times \frac{22}{7}$

∴ ૬ આંટામાં રેકની ચાલ =  $\frac{3.2}{12} \times \frac{22}{7} \times 6 = \underline{5}$  ઝુટ

**દાખલો ૧૨**—ઉપલા દાખલામાં જો રેક અને પીનીઅનની એપ્રીશીઅન્સી ૦.૮ હોય તો સ્લુસગેટને ઉપાડવા માટે હાથાને છેડે કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈશે?

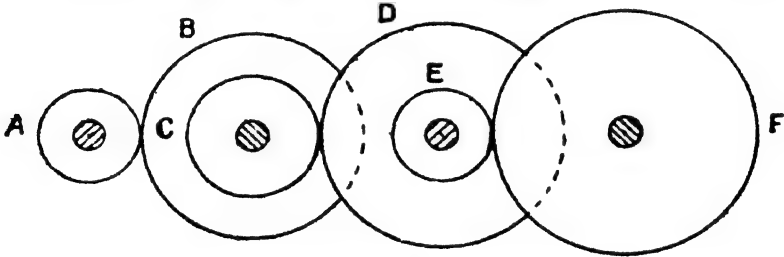
$P \times P$ ની ગતિ  $\times$  એકીશીઅન્સી  $= W \times W$ ની ગતિ

$P \times ૧૨.૮ \times ૨ \times \frac{૨૨}{૭} \times ૦.૮ = ૧૦૦ \times ૩.૨ \times \frac{૨૨}{૭}$

$P \times ૧૨.૮ \times ૨ \times ૦.૮ = ૧૦૦ \times ૩.૨$

$$\therefore P = \frac{૧૦૦ \times ૩.૨}{૧૨.૮ \times ૨ \times ૦.૮} = ૩૧.૨૫ \text{ પૌંડ}$$

**ત્રેન ઓફ વ્હીલ્સ અથવા વ્હીલ ત્રેન (ચક્કરોની હાર અથવા સમૂહ)**—જો સંખ્યાબંધ દાંતાનાં ચક્કરો આકૃતિ પમાં દેખાયા પ્રમાણે એક બીજાનાં જોડાણમાં મુકવામાં આવે તો તેમને કેટલીકવાર “ત્રેન ઓફ વ્હીલ્સ” કહે છે. પણ જ્યાં અતિશય મોટું ગતિનું પ્રમાણ જોઈતું હોય ત્યાં એક કરતાં વધુ દાંતાનાં ચક્કરોની જોડીઓ આકૃતિ ૭માં દેખાડેલી રચના મુજબ વપરાય છે તે રચનાને ખાસ કરીને “ત્રેન ઓફ વ્હીલ્સ” (train of wheels) કહે છે.



આકૃતિ ૭

આપણે આગળ શીખી ગયા તેમ ગ્રાઈવરના દાંતાની સંખ્યા  $\times$  તેના આંટા  $=$  ફેલોઅરનાં દાંતાની સંખ્યા  $\times$  તેના આંટા. આ ઉપરથી એમ જણાશે કે ગ્રાઈવર અને ફેલોઅરની ઝડપ વચ્ચે થતો ફેરફાર ગ્રાઈવર અને ફેલોઅરના દાંતાની સંખ્યા વચ્ચેનાં પ્રમાણ ઉપર આધાર રાખે છે. વ્યવહારમાં ચક્કરના દાંતાની સંખ્યાને હદ હોય છે, માટે જ્યાં વધુ સંખ્યાના દાંતાવાળાં ચક્કરો મળી શકતાં ન હોય અને ગતિનું પ્રમાણ અતિશય મોટું હોય ત્યાં એક કરતાં વધુ દાંતાનાં ચક્કરોની જોડીઓ એટલે “ત્રેન ઓફ વ્હીલ્સ” વાપરવી પડે છે.

ત્રેન ઓફ વ્હીલ્સની રચના આકૃતિ ૭માં બતાવી છે, એમાં દાંતાનાં ચક્કરોને તેમનાં પીચ સર્કલ વડે દર્શાવ્યાં છે. A, C, અને E ડાઈવર છે, અને B, D, અને F ફેલોઅર છે. આકૃતિમાં જોતાં જણાશે કે પહેલી અને છેલ્લી ધરી ઉપર માત્ર એકજ ચક્કર છે, અને સધળી વચગાળેની ધરીઓ ઉપર જુદા જુદા વ્યાસનાં બે ચક્કરો છે.

ધારોકે જુદાં જુદાં ચક્કરોમાંના દાંતાની સંખ્યાને A, B, C, D, E, અને F વડે દર્શાવીએ, અને તેમનાં આંટાની સંખ્યા અનુક્રમે  $R_A$ ,  $R_B$ ,  $R_C$ ,  $R_D$ ,  $R_E$ , અને  $R_F$  વડે દર્શાવીએ, તો આપેલા વખતમાં જુદી જુદી દાંતાની જોડીઓનાં ગતિનાં પ્રમાણનીએ પ્રમાણ છે:—

$$R_A : R_B :: B : A,$$

$$R_C : R_D :: D : C,$$

$$\text{અને } R_E : R_F :: F : E,$$

$$\text{અથવા, } \frac{R_B}{R_A} = \frac{A}{B}, \quad \frac{R_D}{R_C} = \frac{C}{D}, \quad \text{અને } \frac{R_F}{R_E} = \frac{E}{F}$$

ધારોકે ચક્કર A અમુક વખતમાં એક આંટો ફરે તો તેટલાજ વખતમાં ચક્કર Bના આંટા  $= \frac{1 \times A}{B}$ ; અને ચક્કર C એ Bનીજ

ધરી ઉપર બેસાડેલું હોવાથી Cના આંટા  $= \frac{A}{B}$  છે. ચક્કર Dના

આંટા  $= \frac{A}{B} \times \frac{C}{D}$  છે; અને ચક્કર E કે જેને Dની ધરી ઉપર

બેસાડેલું છે તે પણ  $\frac{A}{B} \times \frac{C}{D}$  જેટલાજ આંટા ફરશે. ચક્કર Fના

$$\text{આંટા} = \frac{A}{B} \times \frac{C}{D} \times \frac{E}{F} \text{ છે.}$$

$$\text{ગતિનું પ્રમાણ} = \frac{\text{આપેલા વખતમાં છેલ્લાં વ્હીલના આંટા}}{\text{તેટલાજ વખતમાં પહેલાં વ્હીલના આંટા}}$$

અથવા,

$$\text{ગતિનું પ્રમાણ} = \frac{\text{પહેલાં વ્હીલમાં દાંતાની સંખ્યા}}{\text{છેલ્લાં વ્હીલમાં દાંતાની સંખ્યા}}$$

એને “વેલ્યુ ઓફ ટ્રેન” કહેવામાં આવે છે, અને તેને  $e$  અક્ષર વડે દર્શાવવામાં આવે છે.

ત્યારે ઉપલી ટ્રેન ઓફ વ્હીલ્સમાં ગતિનું પ્રમાણ અથવા વેલ્યુ

$$\text{ઓફ ટ્રેન } e = \frac{\text{અમુક વખતમાં } F \text{ ના આંટા}}{\text{તેટલાજ વખતમાં } A \text{ ના આંટા}}$$

$$= \frac{\frac{A}{B} \times \frac{C}{D} \times \frac{E}{F}}{1} = \frac{A}{B} \times \frac{C}{D} \times \frac{E}{F}$$

આ ઉપરથી માલમ પડશે કે વેલ્યુ ઓફ ટ્રેન  $e$  = સઘળા ડ્રાઈવરના દાંતાના ગુણાકારને સઘળા ફેલોઅરના દાંતાના ગુણાકાર વડે ભાગવા, અથવા તો દાંતાનાં ઉલટાં પ્રમાણમાં આંટા હોય છે, તેથી સઘળા ફેલોઅરના આંટાના ગુણાકારને સઘળા ડ્રાઈવરના આંટાના ગુણાકાર વડે ભાગવા.

ઉપર જે પરિણામ મળ્યું છે તેનો ઉપયોગ દર્શાવવા માટે આપણે દાંતાની સંખ્યા ધારણ કરીએ કે જેથી વેલ્યુ ઓફ ટ્રેન મળે. એ સંખ્યા અનુક્રમે  $A = ૧૨$ ,  $B = ૮૦$ ,  $C = ૧૫$ ,  $D = ૬૦$ ,  $E = ૨૦$ , અને  $F = ૧૨૦$  છે, તો

$$\text{વેલ્યુ ઓફ ટ્રેન } e = \frac{૧૨ \times ૧૫ \times ૨૦}{૮૦ \times ૬૦ \times ૧૨૦} = \frac{૧}{૨૪૦}$$

એટલે છેલ્લું વ્હીલ  $F$  ને એક આંટો ફરે, તો પહેલું વ્હીલ  $A$  તેટલાજ વખતમાં ૨૪૦ આંટા ફરશે, અથવા ને ડ્રાઈવર  $A$ માં એક દાંતા હોય તો ફેલોઅર  $F$ માં ૨૪૦ દાંતા હશે. ને  $F$ ને પહેલું ડ્રાઈવર અને  $A$ ને છેલ્લું ફેલોઅર લઈએ, એટલે  $F$ ,  $D$ , અને

Bને ગ્રાઈવર તરીકે લઈએ, અને E, C, અને Aને ફેલોઅર તરીકે લઈએ તો વેલ્યુ ઓફ ત્રેન  $e = \frac{F}{E} \times \frac{D}{C} \times \frac{B}{A} =$

$$\frac{120 \times 40 \times 10}{20 \times 14 \times 12} = \frac{240}{1}.$$

આ પ્રમાણે જોતાં જણાય છે કે માત્ર એક ગ્રાઈવર અને એક ફેલોઅર સાથે સરખાવતાં બે વધારાની ધરી અને ચાર વધારાનાં ચક્કરો વાપરીને વેગનું પ્રમાણ ઘણુંજ વધારી શકાય છે, જેમકે અત્રે પહેલાં ગ્રાઈવર કરતાં છેલ્લાં ફેલોઅરનો વેગ ૨૪૦ ગણો વધારી શકાય છે.

આ ઉપરથી આપણને માલમ પડશે કે અમુક વખતમાં પહેલાં વ્હીલ અથવા પહેલાં ગ્રાઈવરના આંટાની સંખ્યા  $\times$  સઘળાં ગ્રાઈવર્સનો ગુણુકાર = તેટલાજ વખતમાં છેલ્લાં વ્હીલ અથવા છેલ્લાં ફેલોઅરના આંટાની સંખ્યા  $\times$  સઘળાં ફેલોઅર્સનો ગુણુકાર, અથવા

$$N_D \times A \times C \times E = N_F \times B \times D \times F,$$

એમાં  $N_D$  = પહેલાં ગ્રાઈવરના આંટાની સંખ્યા, અને  $N_F$  = તેટલાજ વખતમાં છેલ્લાં ફેલોઅરના આંટાની સંખ્યા.

ધારોકે ઉપર આપેલા દાખલામાં પહેલું ગ્રાઈવર એક મીનીટમાં ૧૨૦૦ આંટા ફરે છે, તો છેલ્લાં ફેલોઅરના આંટા તેટલાજ વખતમાં શોધવા માટે—

$$1200 \times 12 \times 14 \times 20 = N_F \times 10 \times 40 \times 120.$$

$$\therefore N_F = \frac{1200 \times 12 \times 14 \times 20}{10 \times 40 \times 120} = 4 \text{ આંટા}$$

**દાખલો ૧૩—**વેલ્યુ ઓફ ત્રેન  $\theta = \frac{1}{4}$  છે, તો મોટામાં મોટું ૧૨૦ દાંતાનું વ્હીલ અને નાનામાં નાનું ૧૨ દાંતાનું પીનીઅન લઈ ત્રેન ઓફ વ્હીલ્સ ગોઠવો, તેમજ કેટલી શાફ્ટ વપરાશે તે જણાવો.

વેલ્યુ ઓફ ત્રેન  $\theta = \frac{1}{4}$  છે, એટલે જો ગ્રાઈવર અમુક વખતમાં એક આંટા ફરે છે તો ફેલોઅર તેટલાજ વખતમાં ૧૮૬૦



આંટા ફરશે. ખીજા શબ્દોમાં કહીએ તો, જે ફાઇવરમાં ૧૮૯૦ દાંતા હોય તો ફેલોઅરમાં એક દાંતો જોઈશે.

જે આપણે આપેલા દાંતાનાં વ્હીલ અને પીનીઅનની એક જોડી વાપરીએ તો વધુમાં વધુ વેલ્યુ ઓફ ટ્રેન  $\frac{1890}{33} = 57$  આપણને મળશે. આપેલી વેલ્યુ ઓફ ટ્રેનને હવે તેના અવયવો (factors)માં છુટી પાડવી જોઈએ કે જે અવયવો ૧૦થી વધુ હોવા જોઈએ નહીં, કારણ કે અંશ (nominator) અને છેદ (denominator) વચ્ચેનું પ્રમાણ વ્હીલમાંના દાંતાની સંખ્યા અને પીનીઅનના દાંતાની સંખ્યા વચ્ચેનું પ્રમાણ દર્શાવે છે; ત્યારે,  $\frac{1890}{33} = 57 = 3 \times 19 = 3 \times 3 \times 11 \times 3$

જે પહેલા અવયવમાં પીનીઅનના દાંતા ૧૨ લઈએ તો વ્હીલના દાંતા =  $6 \times 12 = 72$  આવશે. ખીજા અવયવમાં પીનીઅનના દાંતા ૧૫ લઈએ તો વ્હીલના દાંતા =  $9 \times 15 = 135$  આવશે. ત્રીજા અવયવમાં પીનીઅનના દાંતા ૧૨ લઈએ તો વ્હીલના દાંતા  $10 \times 12 = 120$  આવશે. તેજ પ્રમાણે ચોથા અવયવમાં પીનીઅનના દાંતા ૨૦ લઈએ તો વ્હીલના દાંતા =  $3 \times 20 = 60$  આવશે. ત્યારે મળી શકિત વ્હીલની ટ્રેન નીચે પ્રમાણે આવશે:—

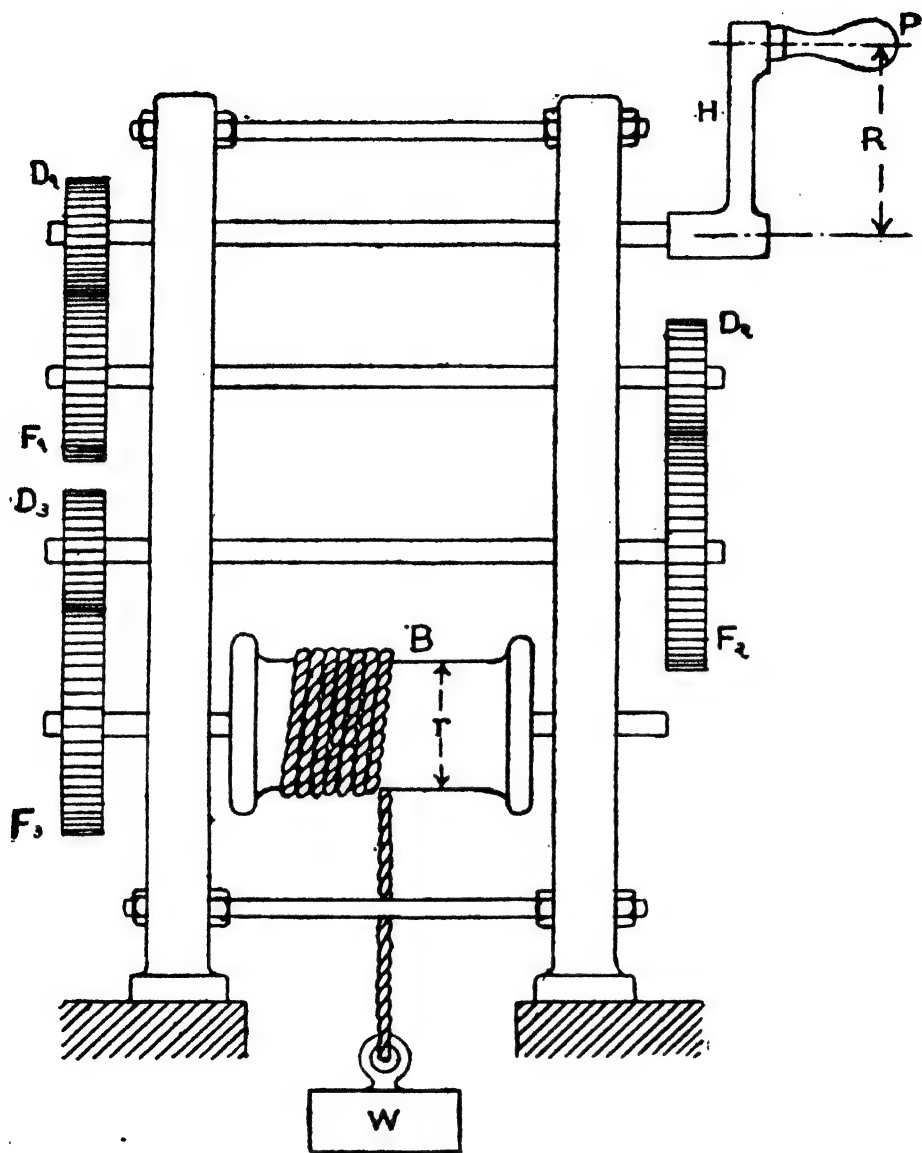
$$\frac{100}{33} \times \frac{104}{33} \times \frac{120}{33} \times \frac{60}{33}$$

અથવા,

$$\frac{1890}{33} = 3 \times 3 \times 3 \times 11 \times 3 = \frac{100}{33} \times \frac{104}{33} \times \frac{60}{33} \times \frac{100}{33}$$

**વ્હીલ ગીયરીંગ (ચક્રકામ)ને લાગુ પાડવામાં આવતો કામનો નિયમ**—આ સમજાવવા માટે આકૃતિ ૮માં દેખાડ્યા પ્રમાણે વિંચ સાથે ટ્રેન ઓફ વ્હીલ્સનો ઉપયોગ કરીએ, તો કામના નિયમ પ્રમાણે હાથાને લાગુ પાડેલું જોર  $\times$  તે જોર જે અંતરે કાર્ય કરે તે અંતર = ઉપાડવાનું વજન  $\times$  જે અંતરે તે વજનને ઉપાડવામાં આવે તે અંતર.

ધારોકે  $P$  = હાથા  $H$  ને લાગુ પાડેલું જોર પૌંડમાં,  $R$  = જે ત્રિજ્યાએ જોર કાર્ય કરે છે તે ત્રિજ્યા અથવા જે વર્તુલમાં  $P$  ફરે



આકૃતિ ૮

છે તે વર્તુલની ત્રિજ્યા,  $W$  = બેરલ ઉપર લપેટવામાં આવતાં દોરડાં વડે ઉપાડવામાં આવતું વજન પૌંડમાં,  $r$  = જે ત્રિજ્યાએ  $W$  કાર્ય કરે છે તે ત્રિજ્યા અથવા બેરલની ત્રિજ્યા.

$D_1, D_2, D_3$  = ગ્રાઈવરનાં પીચ સર્કલના વ્યાસો

$F_1, F_2, F_3$  = ફેલોઅરનાં પીચ સર્કલના વ્યાસો

$ND_1$  = અમુક વખતમાં પહેલાં ગ્રાઈવર  $D_1$  ના એટલે હાથાના આંટાની સંખ્યા.

$NF_3$  = તેટલાજ વખતમાં છેલ્લાં ફેલોઅર  $F_3$  એટલે બેરલ  $B$  ના આંટાની સંખ્યા.

અમુક વખતમાં બેરલ  $B$  એટલે છેલ્લાં ફેલોઅર  $F_3$  ને એક આંટા ફેરવવા માટે પહેલાં ગ્રાઈવર  $D_1$  એટલે હાથા  $H$  ને ફેરવવા પડતા આંટાની સંખ્યા શોધવા માટે—

$$NF_3 \times F_1 \times F_2 \times F_3 = ND_1 \times D_1 \times D_2 \times D_3$$

$$1 \times F_1 \times F_2 \times F_3 = ND_1 \times D_1 \times D_2 \times D_3$$

$$\therefore ND_1 = \frac{1 \times F_1 \times F_2 \times F_3}{D_1 \times D_2 \times D_3}$$

બેરલના એક આંટા માટે  $W$  નો ઉપાડ = બેરલનો પરિધ =  $r \times 2 \times \frac{22}{7} \times 1$

અને તેટલાજ વખતમાં  $P$  વડે પસાર થતું અંતર =

$$= R \times 2 \times \frac{22}{7} \times \frac{F_1 \times F_2 \times F_3}{D_1 \times D_2 \times D_3}$$

ધર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં કામના નિયમ પ્રમાણે—

$P \times P$  વડે પસાર થતું અંતર =  $W \times W$  નો ઉપાડ.

$$P \times R \times 2 \times \frac{22}{7} \times \frac{F_1 \times F_2 \times F_3}{D_1 \times D_2 \times D_3} = W \times r \times 2 \times \frac{22}{7} \times 1$$

$$\therefore P \times R \times \frac{F_1 \times F_2 \times F_3}{D_1 \times D_2 \times D_3} = W \times r$$

$$\therefore \text{યાંત્રિક લાભ} = \frac{W}{P} = \frac{R \times F_1 \times F_2 \times F_3}{r \times D_1 \times D_2 \times D_3}$$

**દાખલો ૧૪—**આકૃતિ ૮માં બતાવેલાં એક કમ્પાઉન્ડ વિંચ અથવા ક્રેબના હાથા ઉપર એક માણસ ૩૦ પૌન્ડનું ભેર લાગુ પાડી બેરલ ઉપરથી લટકાવેલાં દોરડાંને છેડે બાધેલાં વજનને ઉચકે છે. જો હાથાની લંબાઈ ૧૮ ઇંચ હોય, બેરલનો વ્યાસ ૧૦ ઇંચ હોય, અને દાંતાનાં ચક્કરોની જોડીમાં ડાઈવરના વ્યાસો અનુક્રમે ૫ ઇંચ, ૬ ઇંચ, અને ૮ ઇંચ, અને ફેલોઅરના વ્યાસો ૧૫ ઇંચ, ૨૪ ઇંચ, અને ૪૦ ઇંચ હોય, તો ધર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં કેટલું વજન ઉપાડી શકશે તે શોધો.

બેરલનો એટલે છેલ્લાં ફેલોઅરનો એક આંટો ફેરવવા માટે હાથાને એટલે પહેલાં ડાઈવરને ફેરવવા જોઈતા આંટા  $N D_1 = \frac{1 \times F_1 \times F_2 \times F_3}{D_1 \times D_2 \times D_3}$

$$= \frac{1 \times 15 \times 24 \times 40}{5 \times 6 \times 8}$$

બેરલ એક આંટો ફેરવે તે અરસા દરમ્યાન Pની ગતિ =

$$= 18 \times 2 \times \frac{22}{7} \times \frac{1 \times 15 \times 24 \times 40}{5 \times 6 \times 8},$$

અને તેટલાજ વખતમાં Wનો ઉપાડ =  $5 \times 2 \times \frac{22}{7} \times 1$ .

∴ કામના નિયમ પ્રમાણે—

ખર્ચ કરેલી શક્તિ = ઉપયોગી કામ

$$P \times P \text{ની ગતિ} = W \times W \text{ની ગતિ}$$

$$30 \times 18 \times 2 \times \frac{22}{7} \times \frac{1 \times 15 \times 24 \times 40}{5 \times 6 \times 8} = W \times 5 \times 2 \times \frac{22}{7} \times 1$$

$$\therefore W = \frac{30 \times 18 \times 1 \times 15 \times 24 \times 40}{5 \times 6 \times 8 \times 5 \times 1} = \underline{5440 \text{ પૌન્ડ}}$$

**દાખલો ૧૫—**જો ઉપર આપેલા દાખલામાં વિંચની એફીશી-અન્સી ૬૫ ટકા હોય તો કેટલું વજન ઉપાડી શકશે ?

$$100 : 65 :: 5440 : W$$

$$\therefore W = \frac{5440 \times 65}{100} = \underline{4212 \text{ પૌન્ડ}}$$

અથવા,

$$30 \times 12 \times \frac{1 \times 14 \times 28 \times 80}{4 \times 5 \times 6} \times \frac{64}{100} = W \times 4 \times 1$$

$$\therefore W = \frac{30 \times 12 \times 1 \times 14 \times 28 \times 80 \times 64}{4 \times 5 \times 6 \times 100 \times 4 \times 1} = \underline{8292 \text{ પૌંડ}}$$

### એકસર્પાઈઝ રજી.

૧. એક દાંતાવાળાં ચક્કરમાં દાંતાની સંખ્યા ૯૦ છે અને તેનો પીચ  $\frac{3}{4}$  ઈંચ છે, તો પીચ સર્કલનો વ્યાસ શોધો.

૨. એક સ્પર વ્હીલ એટલે દાંતાનાં ચક્કરનાં પીચ સર્કલનો વ્યાસ ૯ ફુટ ૩.૩૬ ઈંચ છે, અને પીચ  $1\frac{3}{4}$  ઈંચ છે, તો તે ચક્કરમાં દાંતાની સંખ્યા કેટલી હશે ?

૩. એક દાંતાવાળાં ચક્કરમાં પીચ સર્કલનો વ્યાસ  $6\frac{1}{4}$  ઈંચ છે, અને દાંતાની સંખ્યા ૭૫ છે, તો “ડાયમેટ્રલ પીચ” અને “સર્ક્યુલર પીચ” શોધો.

૪. એક દાંતાવાળાં ચક્કરમાં દાંતાની સંખ્યા ૬૦ છે અને ડાયમેટ્રલ પીચ દર ઈંચ વ્યાસ દીઠ ૮ અથવા  $\frac{1}{2}$  ઈંચ છે તો પીચ સર્કલનો વ્યાસ કેટલો હશે ?

૫. એક સ્પર વ્હીલમાં સર્ક્યુલર પીચ ૦.૪૪૮૮ છે, તો ડાયમેટ્રલ પીચ શોધો.

૬. એક લેધની મેન્ડીલ ઉપરથી તેના લીડીંગ સ્કુને દાંતાનાં ચક્કરોની એક જોડીની મદદ વડે ગતિ આપવામાં આવે છે. મેન્ડીલ ઉપર ૨૦ દાંતાવાળું ચક્કર આવી વડે સંજ્ઞા કરેલું છે. મેન્ડીલ દર મીનીટે ૧૬૦ આંટા ફેરે છે, અને લીડીંગ સ્કુને તેટલાજ વખતમાં ૪૦ આંટા ફેરવવાના છે, તો લીડીંગ સ્કુ ઉપર કેટલા દાંતાનું ચક્કર મુકવું જોઈશે ?

૭. એક લેધમાં તેની મેન્ડીલ ઉપર ૨૦ દાંતાનું એક ચક્કર એસાંડેલું છે, અને તેની સાથે ગીઅર થતું ૧૧૦ દાંતાનું બીજું ચક્કર

લીડીંગ સ્કુ ઉપર બેસાડેલું છે. જે મેન્ડ્રીલ દર મીનીટે ૧૬૫ આંટા ફરે તો લીડીંગ સ્કુ તેટલાજ વખતમાં કેટલા આંટા ફરશે ?

૮. ઉપલા દાખલામાં મેન્ડ્રીલ અને લીડીંગ સ્કુ ઉપરનાં ચક્કરોની વચ્ચે ૮૦ દાંતાનું ત્રીજું ચક્કર એક સ્વતંત્ર ધરી ઉપર બેસાડી બન્ને ચક્કરો સાથે ગીચર કરવામાં આવે તો લીડીંગ સ્કુ દર મીનીટે કેટલા આંટા ફરશે ? અને આ વચલા બીજાને શું નામથી ઓળખવામાં આવે છે ?

૯. બે સમાંતર શાફ્ટ કે જેઓની ધરીઓનાં મધ્યો વચ્ચેનું અંતર ૩૦ ઇંચ છે તેઓને ૧૩૬ ઇંચ પીચનાં દાંતાવાળાં ચક્કરોની એક જોડી વડે જોડવાની છે, કે જેથી તેમાંની એક શાફ્ટ જે દર મીનીટે ૧૦૦ આંટા ફરે છે તે બીજી શાફ્ટને દર મીનીટે ૨૫ આંટાની ઝડપે ફેરવે. આ રચનાની આકૃતિ કાઢો, અને દરેક ચક્કર ઉપર તેનાં પીચ સર્કલના વ્યાસ અને દાંતાની સંખ્યા જણાવો.

૧૦. એક સ્પર ગ્રાઈવીંગ એન્જીનની કેંક શાફ્ટ ઉપર ૨૧૦ દાંતાનું ફ્લાઈ બીલ ચાવી વડે સંજ્ઞા બેસાડેલું છે, જે દર મીનીટે ૮૦ આંટા ફરે છે. આ ઉપરથી એક લાઈન શાફ્ટને દર મીનીટે ૨૮૦ આંટાની ઝડપે ફેરવવાની છે, તો લાઈન શાફ્ટ ઉપર કેટલા દાંતાનું ચક્કર મુકવું જોઈશે ?

૧૧. બે સમાંતર શાફ્ટોનાં મધ્યો વચ્ચેનું અંતર ૧૦ ઇંચ છે અને તેઓને ૨ : ૩નાં ગતિનાં પ્રમાણમાં ફેરવવાની છે, તો ચક્કરોની જોડીનાં પીચ સર્કલના વ્યાસો શોધો કે જે આ ગતિ આપી શકે. વળી જે મોટાં ચક્કરમાં ૨૪ દાંતા હોય તો નાનાં ચક્કર ઉપરના દાંતાનો પીચ શોધો.

૧૨. બે શાફ્ટો કે જે આશરે ૩૦ ઇંચને અંતરે આવેલી છે તેને દાંતાનાં ચક્કરો વડે જોડવાની છે. ગતિનું પ્રમાણ ૪ : ૩ છે, તો ચક્કરોનાં પીચ સર્કલના બરાબર બરાબર વ્યાસ અને દાંતાની સંખ્યા શોધો. પીચ ૧ ઇંચનો છે. બન્ને શાફ્ટનાં મધ્યો વચ્ચેનાં આપેલાં અંતરમાં કેટલા તફાવત પડશે તે જણાવો.

૧૩. બે દાંતાવાળાં ચક્કરો કે જેઓને સમાંતર શાફ્ટો ઉપર સજ્જડ બેસાડેલાં છે તેઓ એક બીજાં સાથે ગીઅરમાં છે. તેમની ફરવાની ઝડપ ૨ : ૧નાં પ્રમાણમાં છે. જો તે શાફ્ટોની ધરીનાં મધ્યો વચ્ચેનું અંતર ૧૨ ઇંચ હોય, અને દાંતાનો પીચ ૧ ઇંચ હોય તો દરેક ચક્કર ઉપરના દાંતાની સંખ્યા શોધો ?

૧૪. “રેક અને પીનીઅન”ની આકૃતિ કાઢી તેનું બ્યાન કરો, અને તમોએ જ્યાં જ્યાં રેક અને પીનીઅનને લાગુ પાડેલો જોયો હોય તેના દાખલા આપો.

રેકના દાંતાઓ ઉપર કાર્ય કરતું દબાણ જેનું પીનીઅન ઉપરનાં વર્તુલમાંથી સંચારણ કરવામાં આવે છે તે વર્તુલનો વ્યાસ એટલે પીચ સર્કલનો વ્યાસ ૬ ઇંચ છે, તો આ પીનીઅનને ૪ આંટા ફેરવવાથી રેક કેટલો ચાલશે ?

૧૫. એક રેક અને પીનીઅનમાં પીનીઅનના દાંતાની સંખ્યા ૩૦ છે અને પીચ  $\frac{1}{2}$  ઇંચનો છે, તો પીનીઅનને ૮ આંટા ફેરવવાથી રેક કેટલો ચાલશે ?

૧૬. રેક પીનીઅનના દાંતાની સંખ્યા ૩૬ છે અને પીચ  $\frac{3}{4}$  ઇંચનો છે, તો રેકને ૨ ફુટ ચલાવવા માટે પીનીઅનને કેટલા આંટા ફેરવવા જોઈશે ?

૧૭. એક પીનીઅનને  $\frac{1}{2}$  ઇંચ પીચના ૧૬ દાંતા છે જે રેક સાથે ગીઅર થાય છે. પીનીઅનને તેની ધરી ઉપર બેસાડેલા ૧૪ ઇંચ લાંબા હાથા વડે ફેરવવામાં આવે છે. જો હેન્ડલને છોડે ૩૫ પૉંડનું જોર લાગુ પાડવામાં આવે તો રેક ઉપર તેને આગળ ચલાવનારું જોર કેટલું આવશે ?

૧૮. એક ટ્રીલીંગ મશીનની ટેબલને રેક અને પીનીઅનની મદદ વડે ચલાવવામાં આવે છે. જે શાફ્ટ ઉપર પીનીઅનને ચાવી મારી સજ્જડ કરેલું છે તે શાફ્ટ ઉપર ૧૨ ઇંચ લાંબો વિંચ હેન્ડલ બેસાડેલો છે. પીનીઅનનાં પીચ સર્કલનો વ્યાસ ૩ ઇંચ છે. જો હાથાને છોડે

૪૦ પૌંડનું જોર લાગુ પાડવામાં આવે તો ટેબલ ઉપર કેટલું વજન મુકી શકાય ? ટેબલનું વજન  $1\frac{1}{2}$  હંડ્રેડવેટ છે.

૧૯. એક પ્લેનીંગ મશીનની ટેબલને રેક અને પીનીઅનની મદદ વડે આગળ પાછળ ચલાવવામાં આવે છે. પીનીઅનને  $\frac{1}{2}$  ઇંચ પીચના ૩૦ દાંતા છે, તો એક મીનીટમાં ટેબલની કટીંગ સ્પીડ (કાપ લેતી વેળાની ઝડપ) ૧૦ ફુટ કરવા માટે પીનીઅનને કેટલા આંટા ફેરવવા જોઈશે ?

૨૦. એક લેધ સેડલ જોને લેધ બેડ ઉપર રેક અને પીનીઅનની મદદ વડે આગળ પાછળ ચલાવવામાં આવે છે તેનું વજન ૬ હંડ્રેડવેટ છે. પીનીઅનને ૨૦ દાંતા અને  $1\frac{1}{2}$  ઇંચનો પીચ છે. ૧૮ ઇંચ વ્યાસનાં હેન્ડ વ્હીલ કે જોને પીનીઅનની શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલું છે તેની રીમ ઉપર જોર લાગુ પાડવામાં આવે છે, તો સેડલને આગળ પાછળ ચલાવવા માટે કેટલું જોર જોઈશે ? બેડ અને સેડલ વચ્ચે કોએફ્રીશન્ટ ઓફ ફ્રીક્શન (ઘર્ષણનો ગુણક) ૦.૨ છે.

૨૧. એક નાનાં શેપીંગ મશીનની શીડ રેક અને પીનીઅનની મદદ વડે મેળવવામાં આવે છે. પીનીઅનને ૧૨ દાંતા અને  $\frac{1}{2}$  ઇંચનો પીચ છે. જે શાફ્ટ ઉપર પીનીઅન બેસાડેલું છે તે શાફ્ટ ઉપર ૪૮ દાંતા અને  $\frac{1}{2}$  ઇંચ પીચનું એક વ્હીલ ચાવી વડે સજ્જડ કરેલું છે, કે જે વ્હીલને એકા વેળાએ ૧ દાંતા, ૨ દાંતા, ૩ દાંતા અને એ પ્રમાણે ૭ દાંતા સુધી સવડલરેલી રચના વડે ચલાવી શકાય છે, તો જુદી જુદી મેળવી શક્તી શીડ શોધો.

૨૨. એક સ્પર વ્હીલને  $\frac{1}{2}$  ઇંચ પીચના ૮૦ દાંતા છે, તો તેનાં પીચ સર્કલનો વ્યાસ કેટલો હશે ? ત્રણ દાંતાનાં ચક્કરો A, B, અને Cને જુદી જુદી સમાંતર ધરીઓ ઉપર બેસાડેલાં છે અને તેઓ ગીઅરમાં છે. Aને ૧૦ દાંતા, Bને ૩૫ દાંતા, અને Cને ૫૫ દાંતા છે. જો ચક્કર C એક મીનીટમાં ૪ આંટા ફેરે તો તેટલાજ વખતમાં



A કેટલા આંટા ફરશે ? ચક્કર Bને “ આઈડલ વ્હીલ ” શા માટે કહેવામાં આવે છે ? અને તેનો ઉપયોગ શું છે ?

૨૩. એક ડબલ એક્ટીંગ સ્ટીમ એન્જીનની ક્રેંક ૧૫ ઇંચ લાંબી છે. ક્રેંક શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલું ૯ ફુટ વ્યાસનું એક સ્પર વ્હીલ (દાંતાનું ચક્કર) ૨ ફુટ વ્યાસનાં એક પીનીઅન (નાનું દાંતાનું ચક્કર) ને ચલાવે છે. જો પીસ્ટનની ચાલ એક મીનીટમાં ૫૦૦ ફુટ હોય તો દર મીનીટ પીનીઅન કેટલા આંટાની ઝડપે ફરશે ? જો પીસ્ટનનો વ્યાસ ૧૭ ઇંચ હોય અને તે ઉપરનું સરેરાશ કાર્યસાધક દબાણ (મીન ઇફેક્ટીવ પ્રેશ્યર) દર ચારસ ઇંચ દીઠ ૨૫ પૌંડ હોય તો પીનીઅનના દાંતા ઉપર સરેરાશ જોર કેટલું આવશે ?

૨૪. દર મીનીટ ૧૨૦ આંટાની ઝડપે ફરતી એક શાફ્ટ ઉપરથી એક મશીનની શાફ્ટને ત્રેન ઓફ વ્હીલ્સની મદદ વડે દર મીનીટ ૨૨૫૦ આંટાની ઝડપે ફેરવવાની છે, તો વધુમાં વધુ ૧૨૦ અને ઓછામાં ઓછા ૧૨ દાંતાવાળાં ચક્કરો લઈ બે વ્હીલ અને બે પીનીઅન વાપરી જોઈતું પરિણામ મેળવવા ગીઅરની રચના કરો.

૨૫. એક સ્ક્રૂ કટીંગ લેંધમાં મેન્ડીલ એક મીનીટમાં ૧૫ આંટા ફરે છે. લીડીંગ સ્ક્રુને દર મીનીટ ૧૪૦ આંટાની ઝડપે ફેરવવાની જરૂર છે, તો દાંતાનાં ચક્કરોની બે જોડી વાપરી અનુકુળ ત્રેન ઓફ વ્હીલ્સ ગોઠવો.

૨૬. ૨૦, ૩૦, અને ૪૦ દાંતાનાં ત્રણ ડ્રાઈવરો અનુક્રમે ૪૦, ૬૦, અને ૮૦ દાંતાનાં ફ્રીલોઅર સાથે ગીઅરમાં છે તો ગતિનું પ્રમાણ એટલે વેલોસીટી રેશ્યો અથવા વેલ્યુ ઓફ ત્રેન શોધો. જો પહેલું ડ્રાઈવર એક મીનીટમાં ૧૬૦ આંટા ફરે તો તેટલાજ વખતમાં છેલ્લું ફ્રીલોઅર કેટલા આંટા ફરશે ?

૨૭. દાખલા ૨૬માં જો પહેલાં ડ્રાઈવરની ધરી ઉપર ૧૫ ઇંચ લાંબો હાથો બેસાડવામાં આવે, અને છેલ્લાં ફ્રીલોઅરની ધરી ઉપર ૧૫ ઇંચ વ્યાસનું એક ડ્રમ સળંગડ કરવામાં આવે અને મશીનની

એપ્રીશીઅન્સી એટલે કાર્યસાધકત્વ ૭૦ ટકા હોય તો ૩મ ઉપરથી લટકાવેલાં ૧૧૨૦ પૌંડનાં વજનને ઉપાડવા માટે લાથાને છોડે કેટલું નેર લાગુ પાડવું નેઈશે? એમાં પરચેઝ ઓફ ગીઅર (purchase of gear) એટલે ચક્કામ વડે મળતો લાલ કેટલો છે તે જણાવો?

૨૮. એક પ્લેનીંગ મશીનની ટેબલને તેની નીચે રાખેલા રેક અને પીનીઅનની મદદ વડે આગળ પાછળ ચલાવવામાં આવે છે. રેક-પીનીઅનને ૧૨ દાંતા અને ૧૬ ઈંચનો પીચ છે. આ પીનીઅનની શાફ્ટ ઉપર ૧૬ ઈંચ પીચના ૪૫ દાંતાનું એક બ્હીલ સજ્જડ બેસાડેલું છે જેની સાથે ૧૫ દાંતાનું એક પીનીઅન ગીઅરમાં છે. આ પીનીઅનની ધરી ઉપર ૧ ઈંચ પીચના ૩૦ દાંતાનું એક બ્હીલ બેસાડેલું છે, જેની સાથે ૧૨ દાંતાનું પીનીઅન ગીઅરમાં છે. આ બેલાં પીનીઅનની શાફ્ટ ઉપર પુલી ચાવી વડે સજ્જડ કરેલી છે, જે પુલીને પરાની મદદ વડે ચલાવવામાં આવે છે. ટેબલ એક મીનીટમાં ૧૩ ફૂટ ચાલે છે, તો એક મીનીટમાં પુલી કેટલા આંટા ફરશે?

૨૯. એક પ્લેનીંગ મશીન કે જેમાં કટીંગ અને રીટર્ન સ્ટ્રોકની ઝડપ એક સરખી છે તેમાં ટેબલને રેક અને પીનીઅન વડે ચલાવવામાં આવે છે. જે શાફ્ટ ઉપર પુલી બેસાડેલી છે તે શાફ્ટને નીચલાં ચક્કામ એટલે ગીઅરીંગ વડે રેક સાથે જોડવામાં આવે છે. ૨૪ દાંતાવાળાં એક પીનીઅનને પુલી-શાફ્ટની ઉપર ચાવીથી સજ્જડ કરેલું છે, જે ૬૪ દાંતાવાળાં બ્હીલ સાથે ગીઅરમાં છે. આ બ્હીલની ધરી ઉપર ૧૮ દાંતાનું એક પીનીઅન બેસાડેલું છે જે ૭૨ દાંતાનાં બ્હીલ સાથે ગીઅરમાં છે. આ બ્હીલની ધરી ઉપર ૧૫ દાંતાનું રેક-પીનીઅન ચાવીથી સજ્જડ કરેલું છે જે રેકને ચલાવે છે. રેકને ટેબલ સાથે જોડેલો છે. રેક તથા સધળાં બ્હીલ અને પીનીઅનના દાંતાનો પીચ ૧૬ ઈંચ છે, ટેબલનો સ્ટ્રોક ૬ ફૂટ લાંબો છે, તો (૧) જે ટેબલની ચાલની ઝડપ દર મીનીટ ૨૫ ફૂટ હોય તો દર મીનીટ પુલી કેટલા આંટા ફરશે, (૨) ટેબલના એક ડબલ સ્ટ્રોક માટે કેટલો વખત

લાગશે, અને (૩) જે પટા વડે પ્લેનીંગ મશીન ઉપર ૩ હોર્સપાવરનું સંચારણ કરવામાં આવતું હોય અને યંત્રક્રમ એટલે મીકેનીઝમ (mechanism)ની એફીશીઅન્સી ૩૭ ટકા હોય તો દાગીના ઉપર કાપ લેતી વેળાએ ટુલ વડે કેટલું સરેરાશ નેર કરવામાં આવશે ?

૩૦. ૪ ફુટ વ્યાસનાં એક વ્હીલ Aની ધરી ઉપર ૧૦ દાંતાનું એક ચક્કર બેસાડેલું છે જે વ્હીલની સાથે ફરે છે. આ ચક્કર ૫૦ દાંતાવાળાં ખીજાં ચક્કર સાથે ગીઅર કરેલું છે, જેની શાફ્ટ ઉપર ૬ ઇંચ વ્યાસનો એક એકસલ B બેસાડેલો છે. જે વ્હીલ Aની રીમ ઉપર ૬૦ પૌંડનું નેર લાગુ પાડવામાં આવે તો એકસલ B વડે કેટલું વજન ઉપાડી શકશે.

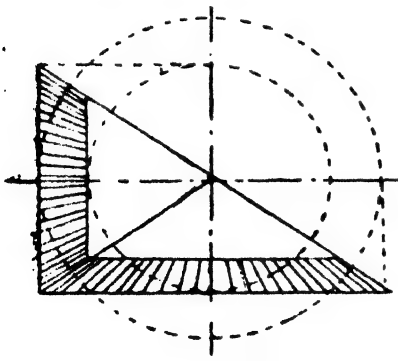
૩૧. ૨૪ ફુટ વ્યાસનાં એક વૉટર વ્હીલને તેની અંદરની બાજુએથી તેટલાજ વ્યાસનું એક દાંતાનું ચક્કર પુરું પાડેલું છે. આ દાંતાનું ચક્કર નીચે મુજબની ત્રેન ઓફ વ્હીલ્સને ગતિ આપે છે:— પીનીઅનો ૮, ૬, ૪ અને ૩ ફુટ વ્યાસનાં છે, અને વ્હીલો ૧૨, ૧૦ અને ૮ ફુટ વ્યાસનાં છે. છેલ્લી શાફ્ટ ઉપર ૭ ફુટ વ્યાસની એક રોપ પુલી ચાવી વડે સજ્જડ બેસાડેલી છે, અને તેની રીમ ઉપર ૫ દોરડાં છે. વૉટર વ્હીલ એક મીનીટમાં ૨ આંટા ફરે છે અને ૩૦ હોર્સપાવર ઉત્પન્ન કરે છે, તો દરેક દોરડાં ઉપર કાર્યસાધક ચલાવનારું નેર કેટલા પૌંડનું હશે ?

૩૨. એક સ્પર ડ્રાઇવીંગ એન્જીનની કેંક ૧ ફૂટ લાંબી છે, અને દાંતાવાળાં ફ્લાઈ વ્હીલનો વ્યાસ ૮ ફુટ છે. આ ફ્લાઈ વ્હીલ ૨ ફૂટ વ્યાસનાં એક પીનીઅનને ચલાવે છે. જે કેંક પીન ઉપર સરેરાશ દબાણ ૭ ટન હોય તો પીનીઅનના દાંતા ઉપર સરેરાશ ચલાવનારું નેર કેટલું આવશે ?

૩૩. ૧ ફૂટ ઇંચ વ્યાસનું એક દોરડું ૧૫ ટનની કેન ચલાવવા માટે વપરાય છે, અને એક મીનીટમાં વજન ૪ ફુટની ઉંચાઈએ ઉપાડવામાં આવે છે. દોરડું એક મીનીટમાં ૨૬૦૦ ફુટ ચાલે છે, તો તે ઉપર આવતું કાર્યસાધક ખર્ચાણ શોધો. ધારોકે કેન સાથે વપરાયેલી સ્નેચ બ્લોકની રચના વડે ૫ : ૧નો યાંત્રિક લાભ (purchase)

મળી શકે છે તો તુચ ગીઅરનો પરચેઝ એટલે ચક્ક્રામ વડે મળતો લાલ શોધો. રોપ પુલીનો વ્યાસ ૨૪ ઈંચ છે અને કેબનાં બેરલનો વ્યાસ ૧૦ ઈંચ છે. જો દોરડાં ઉપરનું કાર્ય સાધક ખેંચાણુ ૨૨ પૌંડ હોય તો (૧) ઉપર આપેલી ઝડપે કેટલું વજન ઉપાડી શકાય, (૨) દર મીનીટે ૩ ફુટની ઝડપ ઉપાડતાં કેટલું વજન ઉપાડી શકાય? જો દોરડાંની ઝડપ અને ખેંચાણુ શરૂઆતમાં આપેલાં જેટલાંજ હોય તો ૩૦ ટનનું વજન દર મીનીટે કેટલી ઝડપથી ઉપાડી શકાય?

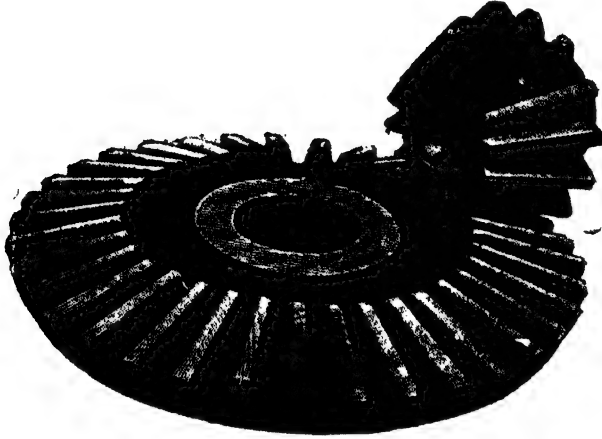
**બેવલ વ્હીલ્સ (Bevel Wheels)**—આપણે આગળ શીખી ગયા કે એક શાફ્ટ ઉપર ગતિનું સંચારણુ કરવા માટે “સ્પર વ્હીલ્સ” વપરાય છે. પણ જો બે શાફ્ટ એક બીજી સાથે ખુણે પડતી હોય તો તેમાંની એક શાફ્ટ ઉપરથી બીજી તેને ખુણે આવેલી શાફ્ટ ઉપર ગતિનું સંચારણુ કરવા માટે “માઈટર વ્હીલ્સ” (mitre wheels) અથવા “બેવલ વ્હીલ્સ” વપરાય છે. જેઝાણુમાં આવેલાં બે બેવલ વ્હીલ્સની પીચ સરફેસીસ ( પીચની સપાટીઓ ) કોન ( શંકુ )ના ફ્રાક્ટ ( Frusts ) છે જેની મધ્યની ટાંચો તેની ધરીઓનાં છેદણુ બિંદુમાં એક બીજીને મળે છે. જો એવા બે કોનને આ રીતે ગોઠવવામાં આવે, તો જો ગતિને નડતો અવરોધ સપાટીઓ વચ્ચેનાં ઘર્ષણુ કરતાં વધુ ન હોય તો સરક્યા (Slipping) વિના તેઓ એક બીજી ઉપર ગબડશે. જુઓ આકૃતિ ૯. જે પ્રમાણે સ્પર



આકૃતિ ૯

વ્હીલમાં નળાકાર (Cylindrical) પીચની સપાટી ઉપર દાંતા બનાવવામાં આવે છે તેજ પ્રમાણે બેવલ વ્હીલની શંકુ આકારની ( Conical ) પીચની સપાટી ઉપર દાંતા બનાવવામાં આવે છે. આકૃતિ ૯માં ગીઅરમાં મુકેલાં બે બેવલ વ્હીલ્સની પીચની સપાટીઓ ( પીચ સરફેસીસ ) દેખાડી છે.

જે બેવલ વહીલના પાયા આગળના ખુણાઓ ૪૫°ના હોય છે તેવાં બેવલ વહીલને “માઈટર વહીલ” કહેવામાં આવે છે. જોડાણમાં આવેલાં બે બેવલ વહીલ્સ કે જેઓની ધરીઓ એક બીજાને કાટખુણે હોય, અને તે બન્ને એકજ સરખી ઝડપે ફેરવવાની હોય ત્યારે આ બેવલ વહીલ્સને “માઈટર વહીલ્સ” કહેવામાં આવે છે. આ બાબદમાં બન્ને વહીલ્સમાં દાંતાની સંખ્યા અને પીચ એક સરખા હોય છે. આકૃતિ ૧૦માં ગીઅરમાં મુકેલાં બે બેવલ વહીલ્સ બતાવ્યાં છે.



આકૃતિ ૧૦

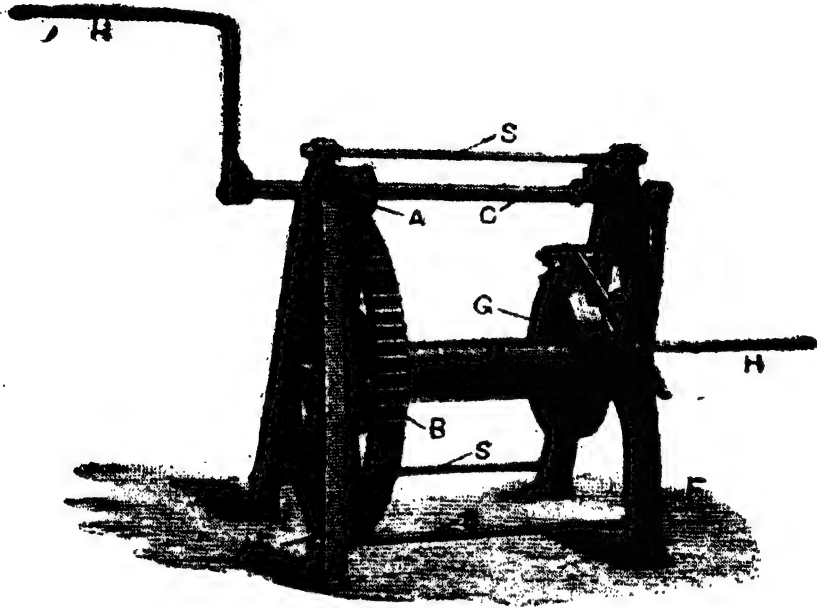
## પ્રકરણ રજી

યંત્રકામ (મીકેનીઝમ MECHANISM) ની  
કેટલીક રચનાઓ કે જેમાં દાંતાનાં ચક્કરો  
વપરાય છે તે વિષે—વિંચ અથવા કેળ.

સીંગલ પરચેઝ કેળ અથવા વિંચ—આપણે આગળ  
શીખી ગયા કે વ્હીલ અને એક્સલમાં P અને W વચ્ચેનું પ્રમાણ  
વ્હીલ અને એક્સલની ત્રિજ્યાનાં ઉલટાં પ્રમાણમાં છે, અને તેજ  
પ્રમાણે સાદા વિંચમાં P અને W વચ્ચેનું પ્રમાણ હાથાની લંબાઈ  
અને વિંચ ભેરલની ત્રિજ્યાનાં ઉલટાં પ્રમાણમાં છે. આ તો દેખીતું  
છે કે એક્સલ અથવા ભેરલનો વ્યાસ ઉપાડવાનું વજન તે ખમી શકે  
તેનાથી ઓછો રાખી શકાય નહિ, તેમજ વ્હીલ અથવા હાથાને પણ  
માણસથી ફેરવવાને પહોંચી શકાય તેનાથી મોટો રાખી શકાય નહિ.  
આ કારણે તેમના કદની વ્યવહારિક હદ આવી જાય છે; જેથી તેનાં  
વડે મળતા યાંત્રિક લાભ (મીકેનીકલ એડવાન્ટેજ)ની પણ હદ આવી  
જાય છે. આ પ્રમાણે સાદાં હાથાથી ચલાવવામાં આવતાં વ્હીલ અને  
એક્સલમાં અથવા વિંચ અથવા કેળમાં એક અથવા બે હંડેડવેટથી  
વધુ વજન ઉપાડી શકાતું નથી. આ અડચણ દાંતાનાં ચક્કરોની એક  
અથવા વધુ જોડીઓ દાખલ કરી દુર કરી શકાય છે. આવી રચનાને  
“કેળ” કહેવામાં આવે છે. જે તેમાં દાંતાનાં ચક્કરોની એક જોડી  
આપેલી હોય તો તેને “સીંગલ પરચેઝ કેળ” કહેવામાં આવે

છે. જો બે જોડી આપેલી હોય તો “ડબલ પરચેઝ ક્રેબ”, અને ત્રણ જોડી હોય તો “ત્રેબલ પરચેઝ ક્રેબ” કહેવામાં આવે છે.

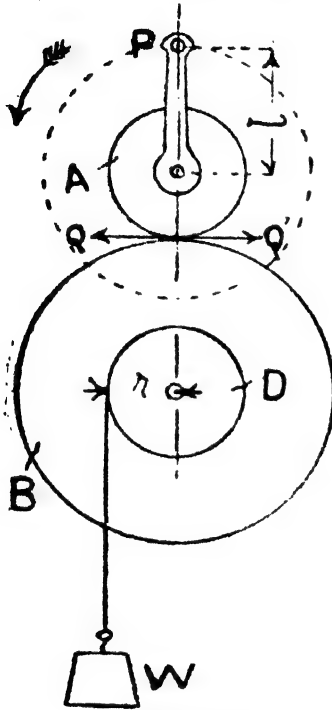
**સીંગલ પરચેઝ ક્રેબ (Single Purchase Crab)**—  
આકૃતિ ૧૧માં “સીંગલ પરચેઝ ક્રેબ” બતાવ્યો છે. આકૃતિ ૧૨માં સમજાવતી મળે માટે ચક્રામની રૂપરેખા આકૃતિ બતાવી છે.



આકૃતિ ૧૧

એમાં ખીડના બે પગો F (સ્ટેન્ડ અથવા A ફ્રેમ) બતાવ્યા છે જેમાં શાફ્ટો માટેની યોગ્ય બેરીંગ રાખેલી છે. આ બંને પગોને ત્રણ લોખંડના કોલરવાળા સળીયાઓ S (અથવા સ્ટેક્સ) વડે બહારની બાજુએથી આપેલી નટો વડે એક બીજા સાથે સંજોડ પેંચી પકડેલા છે. ઉપલી શાફ્ટ Cના છેડાઓ ચોરસ કરેલા છે જે ઉપર હાથાઓ H બેસાડી તેઓને છેડે જોર લાગુ પાડવામાં આવે છે.

શાફ્ટ C ઉપર એક પીનીઅન A બેસાડેલું છે જે બેરલ અથવા ડમ Dની શાફ્ટ ઉપર આપેલાં સ્પર વ્હીલ B સાથે ગીઅર થાય છે.



આકૃતિ ૧૨

બેરલ Dની ફલેન્ગ ઉપર આપેલા વેહ અથવા હુક સાથે દોરડાં અથવા સાંકળનો એક છેડો બાંધવામાં આવે છે, અને તે દોરડાં અથવા સાંકળના બીજા છેડા સાથે ઉપાડવાનું વજન અથવા દાગીનો બાંધેલો હોય છે. હાથાઓને ફેરવવાથી બેરલ ગોળ ફરીને પોતાની ઉપર દોરડાં અથવા સાંકળને લપેટે છે જેથી વજન અથવા દાગીનો ઉપર ઉચ્ચકાય છે. આ કેબ સાથે રચેત વ્હીલ (ratchet wheel) અને પોલ (pawl) આપવામાં આવે છે, જે આકૃતિ ૧૩માં R આગળ દેખાડ્યું છે. રચેત વ્હીલને ઘણુંખરું બેરલ સાથે એકજ ટુકડે ઓતી લેવામાં આવે છે. રચેત વ્હીલ અને પોલ વડે, ઉપાડવામાં આવતા દાગીનાનાં વજનને લીધે હાથા ઉપર ઉલટા ફરી જવાનું જોર

આવતું અટકે છે જેથી દાગીનો લટકતો હોય છતાં હાથાઓ ઉપરથી જોર ખસેડી શકાય છે, અને દાગીનો પાછો નીચે પડી જતો અટકે છે. જે તરફ સ્પર વ્હીલ (દાંતાનું ચક્કર) આવેલું છે તેની સામી તરફ પગની અંદરની બાજુએ બેરલ શાફ્ટ ઉપર એક ફીક્શન પુલી G આપેલી છે. તેની રીમની ઉપર ફરતે એક સ્ટીલના પાટાની એક કાર્ય કરે છે. આ એકની મદદ વડે દાગીનાને ધીમે ધીમે અથવા ઝડપથી જેમ મરજી પડે તેમ કશા પણ જોર વિના તેમજ હાથા ઝડપથી ઉલટા ફરી જવાની ધાસ્તી વિના નીચે ઉતારી શકાય છે.



એમાં ગતિનું પ્રમાણ અથવા યાંત્રિક લાલ ( મીકેનિકલ એડવાન્ટેજ ) અથવા  $W$  અને  $P$  વચ્ચેનું પ્રમાણ (૧) કામના નિયમ વડે, અને (૨) લીવરના નિયમ વડે નક્કી કરી શકાય છે.

(૧) કામના નિયમ વડે ધર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં નક્કી કરવાની રીત ( જુઓ આકૃતિ ૧૨ ) :—

ધારો કે,  $L$  = હાથા  $H$ ની લંબાઈ,

$A$  = પીનીઅન  $A$ નો વ્યાસ અથવા તેમાં દાંતાની સંખ્યા,

$B$  = વ્હીલ  $B$ નો વ્યાસ અથવા તેમાં દાંતાની સંખ્યા,

$r$  = બેરલ  $D$ ની ત્રિજ્યા.

હારે બેરલના એક આંટામાં  $W$ નો ઉપાડ = બેરલનો પરીધ =  $2 \times r \times \frac{2\pi}{3}$ .

બેરલને એટલે વ્હીલ  $B$  ને એક આંટો ફેરવવા માટે હાથાને એટલે પીનીઅન  $A$  ને ફેરવવા પડતા આંટા =  $\frac{B}{A}$ .

$\therefore$  બેરલના એક આંટામાં  $P$ ની ગતિ =  $2 \times L \times \frac{2\pi}{3} \times \frac{B}{A}$

$P$ ની ગતિ :  $W$ ની ગતિ ::  $2 L \times \frac{2\pi}{3} \times \frac{B}{A}$  :  $2 r \times \frac{2\pi}{3}$

$\therefore$  ગતિનું પ્રમાણ =  $\frac{P \text{ની ગતિ}}{W \text{ની ગતિ}} = \frac{2 L \times \frac{2\pi}{3} \times \frac{B}{A}}{2 r \times \frac{2\pi}{3}} = \frac{L B}{r A}$

વળી બેરલના એક આંટામાં મળતું ઉપયોગી કામ =  $W \times 2 r \times \frac{2\pi}{3}$

અને તેટલાજ વખતમાં ખર્ચ કરવામાં આવતી શક્તિ =  $P \times 2 L \times \frac{2\pi}{3} \times \frac{B}{A}$

ધર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં—

ખર્ચ કરેલી શક્તિ = ઉપયોગી કામ

$\therefore P \times 2 L \times \frac{2\pi}{3} \times \frac{B}{A} = W \times 2 r \times \frac{2\pi}{3}$

$$P L \times \frac{B}{A} = W r$$

$$P = \frac{W \times r \times A}{L \times B}$$

$$\text{અને } W = \frac{P \times L \times B}{r \times A}$$

$$\therefore \text{યાંત્રિક લાભ} = \frac{W}{P} = \frac{L B}{r A}$$

(૨) ધર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં લીવરના નિયમ વડે નક્કી કરવાની રીત ( જુઓ આકૃતિ ૧૨ ) :—

જે વર્તુલમાં હાથો કરે છે તે વર્તુલમાં P કાર્ય કરે છે.

ધારો કે L = હાથો Hની લંબાઈ,

A = પીનીઅનનાં પીચ સર્કલની ત્રિજ્યા,

B = વ્હીલનાં પીચ સર્કલની ત્રિજ્યા, અને r = બેરલની ત્રિજ્યા,

ત્યારે જો Pને લીધે પીનીઅન A ઉપરથી વ્હીલ B ઉપર

Q દબાણ ઉત્પન્ન થશે, અને હાથો તથા પીનીઅન Aની ત્રિજ્યા C

બિંદુ સુધી લેતાં બેન્ટ લીવર તરીકે કાર્ય કરે છે. વળી વ્હીલ Bનું પ્રતિકાર્ય

પીનીઅન A ઉપર CQ'ની દિશામાં કાર્ય કરશે. વળી એ ઉપરાંત

વ્હીલ Bનાં મધ્ય આસપાસ Qનો મોમેન્ટ તેજ બિંદુ આસપાસનાં

Wનાં મોમેન્ટની બરાબર હોવો જોઈએ, કારણ કે Q અને W

બીજાં બેન્ટ લીવરના આર્મ્સ ઉપર કાર્ય કરતાં જોરો છે, તેટલા માટે

$$P \times L = Q \times A, \text{ અને } Q \times B = W \times r$$

$$\text{પણ } Q = \frac{PL}{A} \text{ છે, } \therefore Q \times B = \frac{PL}{A} \times B$$

$$\therefore \frac{PLB}{A} = Wr$$

$$W = \frac{PLB}{rA}, \text{ અને } P = \frac{WrA}{LB}$$

$$\therefore \text{યાંત્રિક લાભ} = \frac{W}{P} = \frac{LB}{rA}$$

જો ઘર્ષણ ધ્યાનમાં લેવામાં આવે, અને આ યંત્રની એકીશી-અન્સી એટલે કાર્યસાધકતા = E હોય તો

અર્થ કરેલી શક્તિ  $\times$  એકીશીઅન્સી = ઉપયોગી કામ

$$P \times 2 L \times \frac{22}{7} \times \frac{B}{A} \times E = W \times 2 r \times \frac{22}{7}$$

$$PL \times \frac{B}{A} \times E = Wr$$

$$\therefore \text{યાંત્રિક લાભ} = \frac{W}{P} = \frac{LBE}{rA}$$

**દાખલો ૧—**એક સીંગલ પરચેઝ કેબમાં હાથાની લંબાઈ ૧૮ ઈંચ છે અને બેરલનો વ્યાસ ૧૦ ઈંચ છે. પીનીઅન અથવા ડાઈવરમાં ૧૫ દાંતા, અને વ્હીલ અથવા ફેલોઅરમાં ૬૦ દાંતા છે, તો (૧)  $P$  અને  $W$  વચ્ચેનું પ્રમાણ શોધો, (૨) જો  $P = ૨૫$  પૌંડ હોય તો  $W$  શોધો, અને (૩) જો  $W = ૧૬૮૦$  પૌંડ હોય તો  $P$  શોધો.

(૧) બેરલના એક આંટામાં  $P$ ની ગતિ =  $૨ \times ૧૮ \times \frac{22}{7} \times \frac{60}{4}$   
અને તેટલાજ વખતમાં  $W$ નો ઉપાડ =  $૨ \times ૫ \times \frac{22}{7}$

$P : W :: W$ ની ગતિ :  $P$ ની ગતિ

$$:: ૨ \times ૫ \times \frac{22}{7} : ૨ \times ૧૮ \times \frac{22}{7} \times \frac{60}{4}$$

$$:: ૧ : \frac{90}{4}$$

$$P : W :: ૧ : ૧૪.૪$$

(૨) કામના નિયમ (પ્રાન્સીપલ ઓફ વર્ક) પ્રમાણે—

$$P \times 2 \times L \times \frac{22}{7} \times \frac{B}{A} = W \times 2 \times r \times \frac{22}{7}$$

$$૨૫ \times ૨ \times ૧૮ \times \frac{22}{7} \times \frac{60}{4} = W \times ૨ \times ૫ \times \frac{22}{7}$$

$$\therefore ૨૫ \times ૧૮ \times \frac{60}{4} = W \times ૫$$

$$\therefore W = \frac{૨૫ \times ૧૮ \times ૬૦}{૫ \times ૧૫}$$

$$= \underline{૩૬૦ \text{ પૌંડ}}$$

અથવા

મોમેન્ટના નિયમ (પ્રીન્સીપલ ઓફ મોમેન્ટ અથવા લીવર) પ્રમાણે—

દાંતાનાં ચક્કરોનાં પીચ સર્કલના વ્યાસ તેના દાંતાની સંખ્યાનાં પ્રમાણમાં છે, માટે અત્રે પીનીઅન અને બ્હીલના દાંતાની સંખ્યાને તેનાં પીચ સર્કલના વ્યાસ તરીકે લઈશું.

$$P \times L = Q \times A$$

$$૨૫ \times ૧૮ = Q \times ૧૬, \therefore Q = \frac{૨૫ \times ૧૮ \times ૨}{૧૫} = ૬૦ \text{ પૌંડ}$$

$$Q \times B = W \times r$$

$$૬૦ \times ૬૦ = W \times ૧૦$$

$$\therefore W = \frac{૬૦ \times ૬૦ \times ૨}{૨ \times ૧૦} = ૩૬૦ \text{ પૌંડ}$$

$$(૩) P \times ૧૮ \times ૬૦ = ૧૬૮૦ \times ૫$$

$$\therefore P = \frac{૧૬૮૦ \times ૫ \times ૧૫}{૧૮ \times ૬૦}$$

$$= ૧૧૬.૬ \text{ પૌંડ}$$

**દાખલો ૨—**એક સીંગલ પરચેઝ કેબમાં બે હાથા છે અને દરેક હાથાની લંબાઈ ૧૫ ઈંચ છે. બેરલનો વ્યાસ ૮ ઈંચ છે. હાથાની શાફ્ટ ઉપરનાં પીનીઅનને ૧૨ દાંતા છે, અને બેરલની શાફ્ટ ઉપરનાં બ્હીલમાં ૮૦ દાંતા છે. જો દરેક હાથા ઉપર એકેક માણસ ૩૦ પૌંડનું ભેર કરી ૨ મીનીટમાં ૮૦૦ પૌંડનું વજન ૨૫ ફુટની ઉંચાઈએ ઉપાડી શકે તો (૧) થીઅરી પ્રમાણે મીકેનિકલ એડવાન્ટેજ એટલે યાંત્રિક લાભ શોધો, (૨) ખરેખરો વ્યવહારમાં મળતો યાંત્રિક લાભ શોધો, (૩) વજનને એક ફુટ ઉપાડવામાં ખર્ચ થતી શક્તિ (એનર્જી) શોધો, (૪) વજનને એક ફુટ ઉપાડતાં

મળતું કામ શોધો, (૫) મશીનની એફીશીયન્સી શોધો, (૬) મશીનની એફીશીયન્સી ટકામાં શોધો, અને (૭) બે માણસો વડે ઉત્પન્ન થતા હોર્સપાવર શોધો.

લાગુ પાડવામાં આવતું કુલ જોર =  $૨ \times ૩૦ = ૬૦$  પૌંડ

(૧) થીઅરી પ્રમાણે યાંત્રિક લાભ—

$$P \times r \times L \times \frac{r}{R} \times \frac{L}{R} = W \times r \times \frac{r}{R}$$

$$૬૦ \times ૧૫ \times \frac{૬૦}{૬૦} = W \times ૪$$

$$\text{થીઅરી પ્રમાણે } W = \frac{૬૦ \times ૧૫ \times ૬૦}{૧૨ \times ૪} = ૧૫૦૦ \text{ પૌંડ}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{થીઅરી પ્રમાણે યાંત્રિક લાભ} &= \frac{W}{P} \\ &= \frac{૧૫૦૦}{૬૦} \\ &= ૨૫ \end{aligned}$$

(૨) ખરેખરો વ્યવહારમાં મળતો યાંત્રિક લાભ =

$$\frac{W}{P} = \frac{૬૦૦}{૬૦} = ૧૦$$

(૩) વજનને એક ફુટ ઉપાડવામાં ખર્ચ થતી શક્તિ (એનર્જી)—

ખર્ચ થતી શક્તિ = ઉપયોગી કામ

$$P \times P \text{ની ગતિ} = W \times W \text{ની ગતિ}$$

$$૬૦ \times P \text{ની ગતિ} = ૧૫૦૦ \times ૧'$$

$$\therefore W \text{ને } ૧ \text{ ફુટ ઉપાડતાં } P \text{ની ગતિ} = \frac{૧૫૦૦ \times ૧}{૬૦} = ૨૫ \text{ ફુટ}$$

$$\therefore W \text{ને } ૧ \text{ ફુટ ઉપાડવામાં ખર્ચ થતી શક્તિ} = P \times P \text{ની ગતિ}$$

$$= ૬૦ \times ૨૫$$

$$= ૧૫૦૦ \text{ ફુટ-પૌંડ.}$$

(૪) Wને એક ફુટ ઉપાડતાં મળતું ઉપયોગી કામ =  $W \times ૧$

$$= ૬૦૦ \times ૧$$

$$= ૬૦૦ \text{ ફુટ-પૌંડ}$$

$$(૫) એપ્રીશીઅન્સી = \frac{\text{ઉપયોગી કામ}}{\text{ખર્ચ કરેલી શક્તિ}} = \frac{૬૦૦૦}{૧૫૦૦} = ૪ = ૦.૬$$

$$(૬) એપ્રીશીઅન્સી ટકામાં = ૦.૬ \times ૧૦૦ = \underline{૬૦ \text{ ટકા}}$$

(૭) બે માણસો વડે ઉત્પન્ન થતા હોર્સપાવર—

$$૬૦ \times Pની ગતિ = ૧૫૦૦ \times ૨૫$$

$$\text{બે મીનીટમાં Pની ગતિ} = \frac{૧૫૦૦ \times ૨૫}{૬૦} = ૬૨૫ \text{ ફૂટ}$$

$$\text{બે માણસો વડે બે મીનીટમાં થતું કામ} = ૬૦ \times ૬૨૫$$

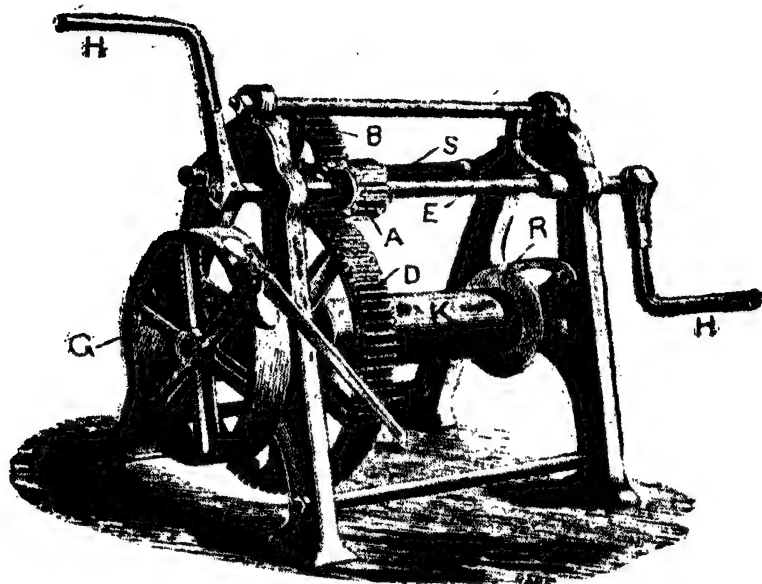
$$\therefore \text{એક મીનીટમાં થતું કામ} = \frac{૬૦ \times ૬૨૫}{૨}$$

$$\therefore \text{હોર્સપાવર} = \frac{૬૦ \times ૬૨૫}{૨ \times ૩૩૦૦૦} = \underline{.૫૭ \text{ H. P.}}$$

### ડબલ પરચેઝ કેબ (Double Purchase Crab)

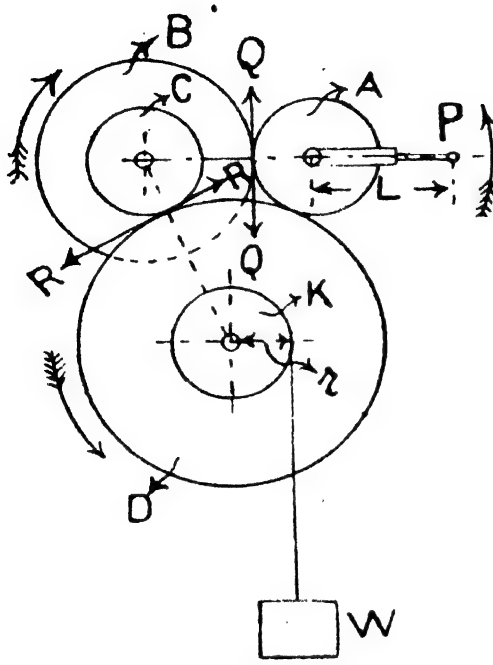
આકૃતિ ૧૩માં ડબલ પરચેઝ કેબ બતાવ્યો છે અને આકૃતિ ૧૪માં તેનાં ચક્રકામની રૂપરેખાનો એન્ડ વ્યુ બતાવ્યો છે જેમાં વ્હીલો અને પીનીઓને તેનાં પીચ સર્કલ વડે દર્શાવ્યાં છે. એમાં દાંતાનાં ચક્કરની એક જોડીને બદલે બે જોડી વપરાય છે, જેથી સીંગલ પરચેઝ કેબ કરતાં એમાં ખરેખરો મીકેનિકલ એડવાન્ટેજ (યાંત્રિક લાભ) વધારે મળે છે, જેથી તેટલાંજ જોર વડે વધુ ભારે વજન ઉપાડી શકાય છે, પણ વજન ઉપાડતાં વખત વધુ લાગે છે. આ કારણે સીંગલ પરચેઝ કેબ કરતાં ડબલ પરચેઝ કેબ વધારે મોટો, ભારે અને મજબુત બનાવવામાં આવે છે. એની બનાવટ સીંગલ પરચેઝ કેબના જેવીજ છે, પણ ફરક માત્ર એટલોજ કે એમાં દાંતાનાં ચક્કરોની એક જોડીને બદલે બે જોડી વપરાય છે. ઇન્ડલ શાફ્ટ E ઉપર હાથાઓ H બેસાડી તે ઉપર જોર લાગુ પાડવામાં આવે છે.

હેન્ડલ શાફ્ટ E ઉપર એક પીનીઅન અથવા પહેલું ગ્રાઈવર: A બેસાડેલું છે જે તેની પાછળ આપેલી શાફ્ટ S ઉપર આપેલાં વ્હીલ



આકૃતિ ૧૩

અથવા પહેલાં ફોલોઅર B સાથે ગીઅર થાય છે. શાફ્ટ S ઉપર એક બીજું પીનીઅન અથવા બીજું ગ્રાઈવર C બેસાડેલું છે જે એરલ અથવા ડમ Kની શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલાં મોટાં વ્હીલ અથવા બીજાં ફોલોઅર D સાથે ગીઅર થાય છે. હાથાઓને ફેરવવાથી પીનીઅન A ફરે છે. પીનીઅન A એ વ્હીલ B સાથે ગીઅર થયેલું હોવાથી પીનીઅન A ઉપરથી ગતિનું સંચારણ વ્હીલ B ઉપર થાય છે. જે શાફ્ટ ઉપર વ્હીલ B બેસાડેલું છે તેજ શાફ્ટ ઉપર પીનીઅન C સંજ્ઞ કરેલું હોવાથી પીનીઅન C પ્રણ વ્હીલ



Bનાં જેટલીજ ઝડપે ફરે છે. પીનીઅન C સાથે બેરલ શાફ્ટ ઉપરનું વ્હીલ D ગીઅર થયલું હોવાથી C ઉપરથી ગતિનું સંચારણુ D ઉપર થાય છે, અને બેરલ વ્હીલ Dની ઝડપે ફરવા માંડે છે, અને પોતાની ઉપર દોરડાં અથવા સાંકળને લપેટે છે, જેથી વજન અથવા દાગીનો ઉપર ઉચ્ચકાય છે. બેરલ શાફ્ટ ઉપર જમણે છેડે એક રેચેત વ્હીલ અને ખોલ R તથા ડાબે છેડે એક ક્રીકશન પુલી G આપેલી

આકૃતિ ૧૪ છે જેનું કાર્ય સીંગલ પરચેઝ કેબમાં સમજાવ્યું છે. જ્યારે ઉપાડવાનું વજન નાનું હોય છે ત્યારે ડબલ પરચેઝ કેબને સીંગલ પરચેઝ કેબ તરીકે વાપરી શકાય એવી રચના કરેલી હોય છે. આકૃતિ ૧૩માં જેતાં જણાશે કે હેન્ડલ શાફ્ટ Eને તે ઉપરનું પીનીઅન A બેરલ શાફ્ટ ઉપરનાં મોટાં વ્હીલ D સાથે બરાબર ગીઅર થાય ત્યાં સુધી ગયા હાથ તરફ હસાવવાથી આ કેબને સીંગલ પરચેઝ કેબ તરીકે વાપરી શકાય છે. આમ કરવાથી હેન્ડલ શાફ્ટ ઉપરનું પીનીઅન A તેની પાછળ આપેલી શાફ્ટ ઉપરનાં વ્હીલ Bથી છુટું (આઉટ ઓફ ગીઅર) થશે, અને આ વેળાએ ગતિનું સંચારણુ પીનીઅન A ઉપરથી બેરલ શાફ્ટ ઉપરનાં મોટાં વ્હીલ D ઉપર પાધરૂં થાય છે.

ડબલ પરચેઝ કેબમાં યાંત્રિક લાભ અને ગતિનું પ્રમાણુ સીંગલ પરચેઝ કેબની માફક નીચે પ્રમાણે શોધી શકાય છે (જુઓ આકૃતિ ૧૪):-



(૧) ધર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં કામના નિયમ પ્રમાણે:—

બેરલને એટલે છેલ્લાં ફેલોઅર Dને એક આંટા ફેરવવા માટે હાથાને અથવા પહેલાં ડાઘવિર Aને ફેરવવા પડતા આંટા =  $\frac{B}{A} \times \frac{D}{C}$

∴ બેરલના એક આંટામાં Pની ગતિ =  $2 L \times \frac{2\pi}{C} \times \frac{B}{A} \times \frac{D}{C}$

અને તેટલાજ વખતમાં Wનો ઉપાડ =  $2 r \times \frac{2\pi}{C}$

અર્થ કરેલી શક્તિ = ઉપયોગી કામ

$$P \times 2 L \times \frac{2\pi}{C} \times \frac{B}{A} \times \frac{D}{C} = W \times 2 r \times \frac{2\pi}{C}$$

$$P \times L \times \frac{B}{A} \times \frac{D}{C} = W \times r$$

$$\therefore \text{યાંત્રિક લાભ} = \frac{W}{P} = \frac{L \times B \times D}{r \times A \times C}$$

$$P\text{ની ગતિ} : W\text{ની ગતિ} :: 2 L \times \frac{2\pi}{C} \times \frac{B}{A} \times \frac{D}{C} : 2 r \times \frac{2\pi}{C}$$

$$:: L \times \frac{B}{A} \times \frac{D}{C} : r$$

$$\therefore \text{ગતિનું પ્રમાણ} = \frac{P\text{ની ગતિ}}{W\text{ની ગતિ}} = \frac{L \times B \times D}{r \times A \times C}$$

(૨) ધર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં લીવરના નિયમ (principle of moment) પ્રમાણે:—

આકૃતિ ૧૪માં જોતાં જણાશે કે એમાં ત્રણ લીવર છે.

ધારો કે, L = હાથાની લંબાઈ,

A અને C = પીનીઅન A અને Cનાં પીચ સર્કલની ત્રિજ્યા,

B અને D = જીલ B અને Dનાં પીચ સર્કલની ત્રિજ્યા,

r = બેરલની ત્રિજ્યા,

Q = ચક્કરો A અને Bની વચ્ચે આવતું દબાણ અથવા જોર,

અને R = ચક્કરો C અને Dની વચ્ચે આવતું દબાણ અથવા જોર.

ત્યારે પહેલાં લીવરમાં  $P \times L = Q \times A$

$$\therefore Q = \frac{P \times L}{A}$$

બીજાં લીવરમાં  $Q \times B = R \times C$

$$\therefore \frac{PL}{A} \times B = R \times C$$

$$\therefore R = \frac{P \times L \times B}{A \times C}$$

ત્રીજાં લીવરમાં  $R \times D = W \times r$

$$\frac{PLB}{AC} \times D = W \times r$$

$$\frac{P \times L \times B \times D}{A \times C} = W \times r$$

$$\text{અથવા યાંત્રિક લાભ} = \frac{W}{P} = \frac{L \times B \times D}{r \times A \times C}$$

જો ઘર્ષણ ધ્યાનમાં લેવામાં આવે અને આ રચનાની એપ્રીશી-અન્સી (કાર્યસાધકતા) =  $E$  હોય, તો

ખર્ચ કરેલી શક્તિ  $\times E =$  ઉપયોગી કામ.

$$P \times L \times \frac{B}{A} \times \frac{D}{C} \times E = W \times r \times \frac{1}{E}$$

$$P \times L \times \frac{B}{A} \times \frac{D}{C} \times E = W \times r$$

$$\therefore \text{ખરેખરો વ્યવહારમાં મળતો યાંત્રિક લાભ} = \frac{W}{P} = \frac{L \times B \times D \times E}{r \times A \times C}$$

એજ પ્રમાણે ત્રેબલ પરચેઝ કેબમાં ચક્કરોની બે જોડીને બદલે ત્રણ જોડી લઈ યાંત્રિક લાભ શોધી શકાય. આકૃતિ ૮માં ત્રેબલ પરચેઝ કેબ બતાવ્યો છે.

કેળના દાખલામાં જે દોરડાં અથવા સાંકળ વડે વજનને ટેકવવામાં આવેલું હોય તે દોરડાં અથવા સાંકળનો વ્યાસ આપેલો હોય તો વજનનો આર્થ અથવા લીવરેજ બરાબર બેરલની ત્રિજ્યા વત્તા દોરડાંની ત્રિજ્યા છે.

**દાખલો ૩—**એક ડબલ પરચેઝ કેળના હાથાને ૪ માણસો ફેરવે છે, જે દરેક માણસ હાથાને છેડે ૨૦ પૌંડનું ભેર કરે છે. હાથો ૧૬ ઇંચ લાંબો છે અને બેરલનો વ્યાસ ૧૦ ઇંચ છે. હાથાની શાફ્ટ ઉપરનાં પીનીઅનને ૧૨ દાંતા છે અને તે ૬૦ દાંતાનાં વ્હીલ સાથે ગીઅરમાં એટલે જોડાણમાં છે; આ વ્હીલની શાફ્ટ ઉપર ૩૦ દાંતાનું એક પીનીઅન બેસાડેલું છે જે બેરલ શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલાં ૧૨૦ દાંતાનાં વ્હીલ સાથે ગીઅર થાય છે, તો કેટલું વજન ઉપાડી શકાશે તે શોધો. જે આ મશીન (ચંત્ર)ની એપ્રીશીઅન્સી ૭૦ ટકા હોય, તો વજન કેટલું ઉપાડી શકાશે ?

$$P = 4 \times 20 = 80 \text{ પૌંડ.}$$

$$P \times rL \times \frac{B}{A} \times \frac{D}{C} = W \times r \times \frac{B}{C}$$

$$80 \times 16 \times \frac{60}{10} \times \frac{120}{30} = W \times 4$$

$$\therefore W = \frac{80 \times 16 \times 60 \times 120}{4 \times 12 \times 30}$$

$$= 4120 \text{ પૌંડ}$$

ધર્ષણ ધ્યાનમાં લેતાં—

$$P \times L \times \frac{B}{A} \times \frac{D}{C} \times E = W \times r$$

$$80 \times 16 \times \frac{60}{10} \times \frac{120}{30} \times \frac{70}{100} = W \times 4$$

$$\therefore W = \frac{80 \times 16 \times 60 \times 120 \times 70}{4 \times 12 \times 30 \times 100}$$

$$= 3448 \text{ પૌંડ}$$

## કેબનાં ચક્કરોના દાંતાઓ ઉપર આવતું દબાણ ૫૬

કેબનાં ચક્કરોના દાંતાઓ ઉપર આવતું દબાણ—કેબમાં W અને P વચ્ચેનું પ્રમાણ લીવરના નિયમ પ્રમાણે નક્કી કરવા માટેની રીત તપાસીશું તો માલમ પડશે કે આપેલા P માટે ચક્કરોના દાંતા ઉપરનું દબાણ મળે છે. સૌંગલ પરચેઝ કેબમાં ચક્કરોની એક જોડી વચ્ચેનું દબાણ Q, અને ડબલ પરચેઝ કેબમાં ચક્કરોની પહેલી જોડી ઉપરનું દબાણ Q તથા બીજી જોડી ઉપરનું R છે. ચક્કરોના દાંતા ઉપરનાં દબાણો આ રીતે શોધી શકાશે. એમ માલમ પડશે કે ચક્કરો ઉપરનાં દબાણ જેમ જેમ આપણે Wની તરફ જઈએ તેમ તેમ વધતાં જાય છે. આ ક્રમણને લીધે ડબલ પરચેઝ કેબમાં બેરલ શાફ્ટ ઉપરનાં વ્હીલ અને તેનાં પીનીઅનના દાંતા હેન્ડલ શાફ્ટ ઉપરનાં પીનીઅન અને તેનાં વ્હીલના દાંતા કરતાં વધુ બળવાન પીચના બનાવવામાં આવે છે.

**દાખલો ૪.**—એક ત્ર્યલ પરચેઝ કેબમાં હાથાની લંબાઈ ૧૮ ઈંચ છે. પીનીઅન ૬ ઈંચ, ૮ ઈંચ, અને ૧૦ ઈંચ વ્યાસનાં છે, અને વ્હીલો ૧૮ ઈંચ, ૩૨ ઈંચ અને ૪૦ ઈંચ વ્યાસનાં છે. બેરલનો વ્યાસ ૧૨ ઈંચ છે, તો ૫ ટનનું વજન ઉપાડવા માટે હાથાને છેડે કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈશે? વળી ચક્કરોની દરેક જોડી ઉપર આવતાં દબાણો શોધો?

$$\begin{aligned} \text{બેરલના એક આંટામાં Pની ગતિ} &= ૨ \times ૧૮ \times \frac{૨૨}{૬} \times \frac{૧૮}{૬} \times \frac{૩૨}{૬} \times \frac{૪૦}{૬} \\ \text{અને તેટલાજ વખતમાં Wનો ઉપાડ} &= ૨ \times ૬ \times \frac{૨૨}{૬} \\ \therefore P \times ૨ \times ૧૮ \times \frac{૨૨}{૬} \times \frac{૧૮}{૬} \times \frac{૩૨}{૬} \times \frac{૪૦}{૬} &= ૫ \times ૨૨ \times ૪૦ \times ૨ \times ૬ \times \frac{૨૨}{૬} \\ \therefore P &= \frac{૫ \times ૨૨ \times ૪૦ \times ૬ \times ૬ \times ૮ \times ૧૦}{૧૮ \times ૧૮ \times ૩૨ \times ૪૦} = \frac{૭૦૦}{૯} \\ &= ૭૭.૭ \text{ પૌંડ} \end{aligned}$$

વિદ્યાર્થીઓએ ધ્યાનમાં રાખવું જોઈએ કે ચક્કરોના દાંતા ઉપરનાં દબાણોના આર્મ વ્હીલ અને પીનીઅનની ત્રિજ્યાઓ છે. કાર્ય કરતું પહેલું જોર P છે જે ૭૭.૭ પૌંડ છે, અને તેનો લીવરેજ ૧૮ ઈંચ છે, અને

ચક્કરોની પહેલી જોડી વચ્ચેનાં દબાણ  $Q$ નો લીવરેજ  $\frac{1}{3} = 3$  ઇંચ છે. આરે લીવરના નિયમ પ્રમાણે—

$$૭૭૭ \times ૧૮ = Q \times ૩$$

$$\therefore Q = \frac{૭૭૭ \times ૧૮}{૩} = \frac{૧૪૦૦}{૩} = ૪૬૬.૬$$

ચક્કરોની બીજી જોડી વચ્ચે  $Q$  વડે ઉત્પન્ન થતું દબાણ  $R$  છે, આરે  $૪૬૬.૬ \times ૮ = R \times ૪$

$$\therefore R = \frac{૧૪૦૦ \times ૮}{૩ \times ૪} = ૧૦૫૦ \text{ પૌંડ}$$

ચક્કરોની ત્રીજી જોડી વચ્ચેનું દબાણ  $S$  છે, માટે  $૧૦૫૦ \times ૧૬ = S \times ૫$

$$\therefore S = \frac{૧૦૫૦ \times ૧૬}{૫} = ૩૩૬૦ \text{ પૌંડ}$$

કેબનો ખરેખરો યાંત્રિક લાભ અને કાર્યસાધકત્વ નક્કી કરવાની રીત—કેબ અને બીજાં વજનો ઉપાડનારાં યંત્રો (લીફ્ટીંગ મશીન)નો ખરેખરો યાંત્રિક લાભ અને ખરેખરું કાર્યસાધકત્વ પ્રયોગ વડે નક્કી કરી શકાય છે, અને તેમ કરવા માટે હાથાની શાફ્ટ ઉપર હાથાને બદલે પુલી બેસાડી તે પુલીની ફરતે એક દોરી વિંટાળી તે દોરીના છુટા છેડા સાથે એક તાજવાનું પદ્ધતું (scale pan) બાંધવામાં આવે છે. આ પદ્ધતીમાં વજનો મુકી  $W$ ને ઉપાડવા માટે જોઈતું ખરેખરું જોર  $Q$  સહેલાઈથી શોધી શકાય છે, એમાં  $Q =$  તાજવાનાં પદ્ધતીનું વજન + તેમાં મુકેલાં વજનો છે.

આ પ્રયોગ ઉપરથી માલમ પડશે કે આપેલાં વજન  $W$ ને ઉપાડવા માટે જે ખરેખરું જોર  $Q$  જોઈએ છે તે થીઅરી પ્રમાણે મેળવેલાં જોર  $P$ થી વધારે હોય છે.

પ્રયોગ દરમ્યાન જુદાં જુદાં વજનો  $W$  લઈ તેને ઉપાડવા માટે જોઈતાં ખરેખરાં જોરો  $Q$  મેળવી ખરેખરો યાંત્રિક લાભ  $\frac{W}{Q}$  શોધી શકાય છે. પ્રયોગ ઉપરથી માલમ પડશે કે આ પ્રમાણે

## ફેબનો ખરેખરો યાંત્રિક લાભ અને કાર્યસાધકત્વ ૬૧

જુદાં જુદાં સધળાં વજનો  $W$  અને તેને ઉપાડવા માટેનાં ખરેખરાં સધળાં જોરો  $Q$  માટે એકસ નિયંત સંખ્યા હોતી નથી, જેથી ખરેખરો યાંત્રિક લાભ  $\frac{W}{Q}$  કાંઈક ફેરફાર થતો હોય છે, અને તે ઓછાં વજનો કરતાં ભારે વજનો માટે વધારે હોય છે.

પ્રયોગ દરમ્યાન  $W$ ને ઉપાડવા માટે  $Q$  જેટલું અંતર પસાર કરે તે માપી તે અંતરને તેજ વેળાએ  $W$  જેટલું અંતર પસાર કરે તે અંતર વડે ભાગવાથી ગતિનું પ્રમાણ  $X$  મળી શકે છે.

જો  $W =$  ઉપાડેલું વજન

$Q =$  વજન  $W$ ને ઉપાડવા માટે જોઈતું ખરેખરું જોર

$P =$  વજન  $W$ ને ઉપાડવા માટે થીઅરી પ્રમાણે જોઈતું જોર

$X =$  ગતિનું પ્રમાણ, એટલે

$P$  વડે પસાર થતું અંતર

$W$  વડે પસાર થતું અંતર

$$\text{ત્યારે, } P = \frac{W}{X}$$

$$\text{યાંત્રિક લાભ} = \frac{W}{Q}$$

$$\text{ધર્ષણ} = Q - P = Q - \frac{W}{X}$$

વળી જો  $W$  ને એકમ અંતરે ઉપાડવામાં આવે ત્યારે,

$$\text{મશીનનું કાર્યસાધકત્વ} = \frac{\text{ઉપયોગી કામ}}{\text{ખર્ચ કરેલી શક્તિ}}$$

$$= \frac{W \times 1}{Q \times X}$$

$$= \frac{W}{Q \times X}$$

$$= \frac{\text{યાંત્રિક લાભ}}{\text{ગતિનું પ્રમાણ}}$$

$$\text{વળી } \frac{W}{X} = P, \text{ માટે}$$

$$\text{મશીનનું કાર્ય સાધકત્વ} = \frac{P}{Q}$$

**દાખલો ૫—૫૨ :** ૧ નાં ગતિનાં પ્રમાણ સાથનાં એક લીફ્ટીંગ મશીન (વજનો ઉપાડવા માટેનાં યંત્ર) ઉપર પ્રયોગ કરતાં નીચે પ્રમાણેનાં પરિણામો મળ્યાં છે. એમાં  $W$  = ઉપાડેલું ખરેખરું વજન પૌંડમાં અને  $Q$  = વજન  $W$  ને ઉપાડવા માટેનું ખરેખરું જોર પૌંડમાં છે, તો દરેક પરિણામ માટે યાંત્રિક લાભ  $\frac{W}{Q}$ , થીઅરી પ્રમાણે જોઈતું જોર  $P$ , ઘર્ષણનો અવરોધ, અને મશીનનું કાર્યસાધકત્વ શોધો :—(૧) વજન  $W = ૨૦$  પૌંડ છે ત્યારે  $Q = ૦.૬$  પૌંડ છે, (૨) વજન  $W = ૪૦$  પૌંડ છે ત્યારે  $Q = ૧.૧$  પૌંડ છે, (૩) વજન  $W = ૬૦$  પૌંડ છે ત્યારે  $Q = ૧.૫૩$  પૌંડ છે, (૪)  $W = ૮૦$  પૌંડ છે ત્યારે  $Q = ૨$  પૌંડ છે, (૫)  $W = ૧૦૦$  પૌંડ છે ત્યારે  $Q = ૨.૪૮$  પૌંડ છે, (૬)  $W = ૧૨૦$  પૌંડ છે ત્યારે  $Q = ૨.૮૮$  પૌંડ છે.

(૧) જ્યારે  $W = ૨૦$  પૌંડ અને  $Q = ૦.૬$  પૌંડ છે, ત્યારે યાંત્રિક લાભ  $= \frac{W}{Q} = \frac{૨૦}{૦.૬} = ૩૩.૩$

થીઅરી પ્રમાણે જોઈતું જોર  $P = \frac{W}{X} = \frac{૨૦}{૫૨} = ૦.૩૮૪૬$  પૌંડ

ઘર્ષણનો અવરોધ  $= Q - P = ૦.૬ - ૦.૩૮૪૬$   
 $= ૦.૨૧૫૪$  પૌંડ

મશીનનું કાર્યસાધકત્વ  $= \frac{W \times ૧}{Q \times X} = \frac{૨૦ \times ૧}{૦.૬ \times ૫૨}$   
 $= ૦.૬૪૧$

અથવા,  $\frac{W}{X} = P$ , અને  $X =$  ગતિનું પ્રમાણ છે.

$\therefore$  કાર્યસાધકત્વ  $= \frac{P}{Q} = \frac{૦.૩૮૪૬}{૦.૬} = ૦.૬૪૧$

એજ પ્રમાણે બીજાં પરિણામો માટેના જવાબો શોધી શકાશે.

## એકસસાઈઝ ૩૭.

૧. એક સોંગલ પરચેઝ કેબનો હાથો બેરલના વ્યાસથી ત્રણ ગણા લાંબો છે; પીનીઅન અને વ્હીલને અનુક્રમે ૧૬ અને ૮૦ દાંતા છે; તે હાથાને છેડે લાગુ પાડેલાં ૩૦ પૌંડનાં જોર વડે કેટલું વજન ઉપાડી શકાય? જો કેબની એપ્રીશીઅન્સી ૭૫ ટકા હોય તો શું જવાબ આવશે?

૨. એક કેબમાં હાથાની લંબાઈ ૧૬ ઇંચ અને બેરલને વ્યાસ ૮ ઇંચ છે. વ્હીલ અને પીનીઅનને અનુક્રમે ૮૦ અને ૧૨ દાંત છે. જો કેબની એપ્રીશીઅન્સી ૭૦ ટકા હોય, તો (૧) ધર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં થીઅરી પ્રમાણે યાંત્રિક લાલ, અને P તથા W ની ગતિનું પ્રમાણ શોધો, અને (૨) ધર્ષણ ધ્યાનમાં લેતાં વ્યવહારમાં મળતો ખરેખરો યાંત્રિક લાલ, તથા P અને W ની ગતિનું પ્રમાણ શોધો.

૩. એક ડબલ પરચેઝ કેબમાં આપેલા બે હાથામાંના દરેક હાથાની લંબાઈ ૧૮ ઇંચ છે અને બેરલનો વ્યાસ ૧૦ ઇંચ છે. પીનીઅનોમાં ૧૨ અને ૧૫ દાંતા છે, અને વ્હીલોમાં ૮૦ અને ૧૨૦ દાંતા છે. જો એકેક માણસ દરેક હાથા ઉપર ૪૦ પૌંડનું જોર કરી ૧૦ મીનીટમાં એક ટનનું વજન ૨૦ ફુટની ઉંચાઈએ ઉપાડી શકે, તો (૧) થીઅરી પ્રમાણે યાંત્રિક લાલ શોધો, (૨) વ્યવહારમાં મળતો ખરેખરો યાંત્રિક લાલ શોધો, (૩) વજનને એક ફુટ ઉપાડવામાં ખર્ચ થતી શક્તિ શોધો, (૪) વજનને એક ફુટ ઉપાડતાં મળતું કામ શોધો, (૫) મશીનની એપ્રીશીઅન્સી ટકામાં શોધો, અને (૬) બે માણસો વડે ઉત્પન્ન થતા હોર્સપાવર શોધો.

૪. એક ડબલ પરચેઝ કેબના હાથાઓ ઉપર ચાર માણસો જોર કરે છે, અને દરેક માણસ ૨૦ પૌંડનું જોર ઉત્પન્ન કરે છે. હાથાઓની લંબાઈ ૧૬ ઇંચ, બેરલનો વ્યાસ ૧૨ ઇંચ અને દોરડાંનો વ્યાસ ૧ ઇંચ છે. જો દરેક ડાઈવીંગ પીનીઅનને ૧૫ દાંતા હોય, અને ફ્રીલોઈંગ વ્હીલને ૬૦ અને ૮૦ દાંતા હોય, તો ધર્ષણ ધ્યાનમાં



ન લેતાં કેટલું વજન ઉપાડી શકશે ? જે ખર્ચ કરેલી શક્તિના ૩૦ ટકા ધર્ષણ વિગેરે દુર કરવામાં ખર્ચ થાય તો કેટલું વજન ઉપાડી શકશે ? વળી (૧) થીઅરી પ્રમાણે યાંત્રિક લાલ (મીકેનીકલ એડવાન્ટેજ) શોધો, (૨) વ્યવહારિક યાંત્રિક લાલ શોધો, (૩) વજનને એક કુટ ઉપાડવામાં ખર્ચ થતી શક્તિ શોધો, (૪) વજનને એક કુટ ઉપાડતાં મળતું કામ શોધો, (૫) મશીનની એપ્રીશીઅન્સી ટકામાં શોધો, (૬) જે દરેક માણસ ફે હોર્સપાવર ઉત્પન્ન કરે તો એક મીનીટમાં તેઓ કેટલા કુટની ઉંચાઈએ વજનને ઉપાડી શકશે ?

૫. એક ત્રેબલ પરચેઝ કેબમાં હાથાની લંબાઈ ૧૫ ઇંચ છે અને ખેરલનો વ્યાસ ૯ ઇંચ છે. પીનીઅનના વ્યાસો ૩, ૫, અને ૭ ઇંચ, અને વ્હીલના વ્યાસો ૧૨, ૩૦, અને ૪૨ ઇંચ છે. જે હાથાને છેડે ૪૦ પૌંડનું જોર લાગુ પાડવામાં આવે તો કેટલું વજન ઉપાડી શકશે ? અને વળી ચક્કરોની દરેક જોડી ઉપરનાં દબાણો શોધો.

૬. એક એન્જીનની ફ્રેંક શાફ્ટ ઉપર ૧૬૦ દાંતાનું એક વ્હીલ સજ્જડ બેસાડેલું છે જેનો પીચ ૪ ઇંચ છે. આ વ્હીલ સાથે એક બીજી શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલું ૫૦ દાંતાનું પીનીઅન ગીઅર કરેલું છે. આ પીનીઅનની શાફ્ટ ઉપર ૧૧૦ દાંતાનું અને ૩ ઇંચ પીચનું એક બીજું વ્હીલ સજ્જડ કરેલું છે જે ૩૦ દાંતાનાં પીનીઅનને ચલાવે છે. કેંક આર્મ ૩ કુટ લાંબો છે. તે દર મીનીટે ૨૫ આંટા ફરે છે, અને તેની ઉપર કાર્ય કરતું સરેરાશ દબાણ ૨ ફે ટન છે. તો દરેક શાફ્ટની ઝડપ શોધો, અને ચક્કરોની દરેક જોડી ઉપરનાં દબાણો શોધો.

૭. ૩ ટનનું વજન ઉપાડવા માટે એક કેબ જોડવાની છે જેની એપ્રીશીઅન્સી ૭૫ ટકા છે. હાથાની લંબાઈ ખેરલની ત્રિજ્યાથી ચારગણી છે. હાથાને છેડે લાગુ પાડવાનું જોર ૫૦ પૌંડ લઈ જોઈતી ત્રેન ઓફ વ્હીલ્સની આકૃતિ કાઢો અને તે ઉપર દાંતાની સંખ્યા લખો. ચક્કરોને તેમનાં પીચ સર્કલ વડે દર્શાવવાનાં છે.

૮. એક કેનમાં હાથાને છેડે ૩૦ પૌંડનું જોર લાગુ પાડવામાં આવે છે. હાથાની લંબાઈ ૧૬ ઇંચ છે. પીનીઅનને ૧૪ અને ૧૫ ઇંચ, અને વ્હીલને ૮૪ અને ૯૦ ઇંચ છે. જો ઉપાડવામાં આવતું વજન ૪૩૨૦ પૌંડ હોય તો ખેરલનો વ્યાસ શોધો. જો એપ્રીશીઅન્સી ૦.૭૫ લેવામાં આવે તો ખેરલનો વ્યાસ કેટલો આવશે ?

૯. એક કેબમાં W ૧૩ ટન, અને P ૩૦ પૌંડ છે. પીનીઅનને ૧૨ અને ૧૬ ઇંચ છે, અને વ્હીલને ૮૪ અને ૮૦ ઇંચ છે. ખેરલનો વ્યાસ ૧૦ ઇંચ છે તો હાથાની લંબાઈ શોધો, અને ચક્કરોની જોડી ઉપરનાં દબાણો શોધો.

૧૦. એક કેનમાં આપેલી ત્રેન ઓફ વ્હીલ્સમાં હાથાની શાફ્ટ ઉપર ખેસાડેલાં પીનીઅનને ૧૧ ઇંચ છે જે ખીજી શાફ્ટ ઉપર આપેલાં ૯૨ ઇંચનાં વ્હીલ સાથે ગીઅરમાં છે. આ શાફ્ટ ઉપર ૧૨ ઇંચનાં પીનીઅન ખેસાડેલું છે જે કેનનાં ચેન-ખેરલની શાફ્ટ ઉપર ખેસાડેલાં ૭૨ ઇંચનાં વ્હીલ સાથે ગીઅરમાં છે. ખેરલનો વ્યાસ ૧૮ ઇંચ છે, અને જે વર્તુલમાં હાથાનો છેડો ફરે છે તે વર્તુલનો વ્યાસ ૩૬ ઇંચ છે. તો ધર્ષણુ ધ્યાનમાં ન લેતાં P અને W વચ્ચેનું પ્રમાણ શોધો. જો કેનની એપ્રીશીઅન્સી ૭૦ ટકા હોય તો ધર્ષણુ ધ્યાનમાં લેતાં P અને W વચ્ચેનું પ્રમાણ શોધો.

૧૧. ૩૦ ટનની એક કેનમાં જ્યારે સાંકળ ખેરલ ઉપર લપેટાય છે તે વેળાએ તે સાંકળ ઉપર ૭૩ ટનનું ખેંચાણ આવે છે. ખેરલનો વ્યાસ ૨૨ ઇંચ અને સાંકળનો વ્યાસ ૨ ઇંચ છે. ખેરલની શાફ્ટ ઉપર ખેસાડેલાં ઇંચનાં ચક્કરનો વ્યાસ પીચ લાઈન ઉપર ૪ ફુટ છે. તો ધર્ષણુ ધ્યાનમાં ન લેતાં આ ચક્કરના ઇંચ ઉપર કેટલું દબાણ આવશે ? આ દબાણ પીચ લાઈન ઉપર કાર્ય કરે છે એમ માની લો.

૧૨. એક કેનમાં ૧૨૨ પૌંડનાં જોર વડે ૩૨૬૫ પૌંડનું વજન ઉપાડવામાં આવે છે, તો યાંત્રિક લાભ કેટલો હશે ? જો એપ્રીશીઅન્સી ૬૦ ટકા હોય તો P અને Wની ગતિનું પ્રમાણ કેટલું હશે ?

૧૩. વજન ઉપાડવા માટેની એક કેનમાં ૨૪ પૌંડનાં જોર વડે ૨૧૩૬ પૌંડનું વજન ઉપાડવામાં આવ્યું છે, તો યાંત્રિક લાભ શોધો. જો એપ્રીશીઅન્સી ૦.૮૫ હોય તો P અને Wની ગતિનું પ્રમાણ કેટલું હશે ? જો એક કેન ઉપર ૧૫ પૌંડનાં જોર વડે ૬૪૫ પૌંડનું વજન ઉપાડવામાં આવ્યું છે, તો હવે એપ્રીશીઅન્સી કેટલી હશે ? ૧૨૪૦ પૌંડનું વજન ઉપાડવા માટે કેટલું જોર જોઈશે, અને એપ્રીશીઅન્સી તે વેળાએ કેટલી હશે ?

૧૪. એક વિજળીથી ચલાવવામાં આવતી ઇલેક્ટ્રીક ઓવર હેડ કેનમાં ૫ ટનનાં વજનને દર મીનીટે ૯૦ ફુટની ઝડપે ઉપાડવામાં આવે છે તો હોર્સ પાવર શોધો. અને વોટમાં રૂપાંતર કરો. વિજળીક મોટર દાંતાનાં ચક્કરો વડે કેનને ચલાવે છે. જો આ ચક્કામની એપ્રીશીઅન્સી ૮૭ ટકા હોય તો મોટરને ૨૨૦ વોલ્ટના વિજળીક પ્રવાહના કેટલા એમ્પીઅર પુરા પાડવા જોઈશે ?

૧૫. એક સીંગલ પરચેઝ ક્રેયમાં પીનીઅનને ૧૨ દાંતા અને વ્હીલને ૭૮ દાંતા છે. હાથાની લંબાઈ ૧૪ ઇંચ છે. ઘેરલનો વ્યાસ ૬ ઇંચ અને તે ઉપર વિંટાળવામાં આવતાં દોરડાંનો વ્યાસ ૧ ઇંચ છે. એમ માલમ પડ્યું છે કે હાથાને છેડે લાગુ પાડેલું ૧૫ પૌંડનું જોર ૨૮૦ પૌંડનું વજન ઉપાડવાને પુરતું છે, તો મશીનની એપ્રીશીઅન્સી શોધો.

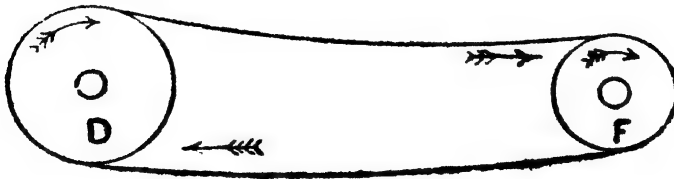
૧૬. એક હેન્ડ કેનના હાથાની લંબાઈ ૧૩ ફુટ છે. એમ માલમ પડ્યું છે કે વજનને એક ફુટ ઉપાડવા માટે હાથાને ૪૨ આંટા ફેરવવા પડે છે, અને ૫ ટનનું વજન ઉપાડવા માટે ૩૭ પૌંડનાં જોરની જરૂર પડે છે, તો કેનની એપ્રીશીઅન્સી શોધો.

## પ્રકરણ ૩૭

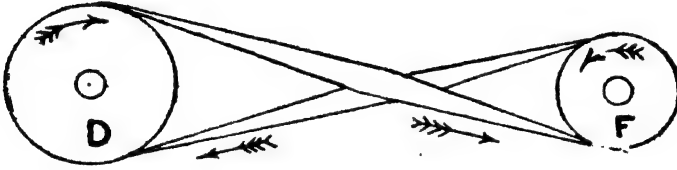
પુલીઓ વડે થતું ગતિનું સંચારણ—બેદ્ટ ગીઅરીંગ,  
રોપ ગીઅરીંગ, અને ચેન ગીઅરીંગ.

એક શાફ્ટ ઉપરથી બીજી શાફ્ટ ઉપર ગતિનું સંચારણ પુલીઓ વડે જુદી જુદી રીતે કરવામાં આવે છે. જો એક શાફ્ટ ઉપરથી બીજી શાફ્ટ ઉપર ગતિનું સંચારણ પુલીઓ અને પટા વડે કરવામાં આવે તો તે રીતને “બેદ્ટ ગીઅરીંગ” અથવા “બેદ્ટ ડ્રાઈવીંગ” કહેવામાં આવે છે. જો ગતિનું સંચારણ પુલીઓ અને દોરડાં વડે કરવામાં આવે તો તે રીતને “રોપ ગીઅરીંગ” અથવા “રોપ ડ્રાઈવીંગ” કહેવામાં આવે છે. જો ગતિનું સંચારણ કરવા માટે સાંકળ (chain ચેન)નો ઉપયોગ કરવામાં આવે તો તે રીતને “ચેન ગીઅરીંગ” અથવા “ચેન ડ્રાઈવીંગ” કહેવામાં આવે છે.

બેદ્ટ ગીઅરીંગમાં ગતિનું પ્રમાણ—એક બીજીથી ઘણું દુર આવેલી બે શાફ્ટો કે જેઓ અકેકને સમાંતર હોય તેમાં એક શાફ્ટ ઉપરથી બીજી શાફ્ટ ઉપર પાવર અથવા ગતિનું સંચારણ પુલીઓ



અને નમનશીલ (વળી શકે એવા flexible) અને ખેંચાઈને લંબાઈ ન શકે એવા (inextensible) પટાઓ વડે કરવામાં આવે, અને જો પટો આકૃતિ ૧૫માં દેખાડ્યા પ્રમાણે ખુલ્લો (ઓપન open) હોય તો બંને શાફ્ટ એકજ દિશામાં ફરશે, અને જો પટાને વિંટ આપેલો હોય એટલે પટો ક્રોસ (cross) હોય તો બંને શાફ્ટ એક બીજીથી ઉલટી દિશામાં ફરશે (જુઓ આકૃતિ ૧૬). શાફ્ટ D ઉપરથી શાફ્ટ



આકૃતિ ૧૬

Fને ગતિ આપવામાં આવે છે, માટે શાફ્ટ D અને તે ઉપરની પુલીને ફાઇવર કહેવામાં આવે છે, અને શાફ્ટ F અને તે ઉપરની પુલીને ફોલોઅર કહેવામાં આવે છે. પુલીની રીમ અને પટા વચ્ચેનાં ઘર્ષણના અવરોધને લીધે પટો પુલી ઉપર સરતો નથી. તોપણ અમુક અંશે પટો પુલી ઉપર સરે છે, તેથી કેટલીક ગતિ વ્યર્થ જાય છે. પુલીઓ અને પટા વડે ગતિનું સંચારણ કરવામાં જો આપણે પુલીની રીમ ઉપર પટો ખીલકુલ સરતો નથી એમ માની લઈએ તો બંને પુલીની રીમની સપાટીનો વેગ એક સરખોજ આવશે, અથવા બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો બંને પુલીઓના પરિઘો આપેલા વખતમાં એકજ સરખું અંતર ચાલશે, અને તેટલા માટે બંને પુલીના આંટાઓ વચ્ચેનું પ્રમાણ જેમ ફ્રીક્શન ગીઅરોંગની બાબતમાં આપણે શીખી ગયા તેમ આવશે એટલે બંને પુલીના આંટાઓ તેમના વ્યાસ અથવા ત્રિજ્યાનાં ઉલટાં પ્રમાણમાં છે. આકૃતિ ૧૫માં દેખાડ્યા પ્રમાણે જો

$D$  = ડાઈવીંગ પુલી અથવા ફાઇવર  $D$ નો વ્યાસ

$F$  = ફોલોઅર અથવા ફોલોવર પુલી  $F$ નો વ્યાસ

$N_D$  = અમુક વખતમાં ડ્રાઈવર  $D$ ના આંટાની સંખ્યા  
અને  $N_F$  = તેટલાજ વખતમાં ફેલોઅર  $F$ ના આંટાની સંખ્યા  
ત્યારે  $N_D : N_F :: F : D$

$$\therefore N_D \times D = N_F \times F$$

$$N_D = \frac{N_F \times F}{D}, \quad D = \frac{N_F \times F}{N_D},$$

$$N_F = \frac{N_D \times D}{F}, \quad \text{અને } F = \frac{N_D \times D}{N_F}$$

**દાખલો ૧**—બે પુલીઓ કે જેઓન પટા વડે જોડેલી છે તેમના વ્યાસો ૩૦ ઇંચ અને ૧૨ ઇંચ છે. પહેલી એક મીનીટમાં ૮૦ આંટા ફરે છે તો બીજી તેટલાજ વખતમાં કેટલા આંટા ફરશે ?

$$N_D \times D = N_F \times F$$

$$૩૦ \times ૮૦ = N_F \times ૧૨$$

$$\therefore N_F = \frac{૩૦ \times ૮૦}{૧૨} = \underline{૨૦૦ \text{ આંટા}}$$

**દાખલો ૨**—ડ્રાઈવીંગ પુલીનો વ્યાસ ૧૮ ઇંચ, ફેલોઅરનો વ્યાસ ૩૫ ઇંચ, અને એક મીનીટમાં ફેલોઅરના આંટાની સંખ્યા ૯૦ છે, તો તેટલાજ વખતમાં ડ્રાઈવરના આંટાની સંખ્યા શોધો.

$$N_D \times D = N_F \times F$$

$$N_D \times ૧૮ = ૯૦ \times ૩૫$$

$$\therefore N_D = \frac{૯૦ \times ૩૫}{૧૮} = \underline{૧૭૫ \text{ આંટા}}$$

**દાખલો ૩**—ડ્રાઈવીંગ પુલીનો વ્યાસ ૩૦ ઇંચ છે અને તેના આંટાની સંખ્યા દર મીનીટે ૧૫૦ છે. ફેલોઅરને દર મીનીટે ૯૦ આંટાની ઝડપે ફેરવવાની છે, તો ફેલોઅરનો વ્યાસ કેટલો જોઈશે ?

$$N_D \times D = N_F \times F$$

$$૧૫૦ \times ૩૦ = ૯૦ \times F$$

$$\therefore F = \frac{૧૫૦ \times ૩૦}{૯૦} = \underline{૫૦ \text{ ઇંચ}}$$

**દાખલો ૪**—બે પુલીઓને પટા વડે જોડેલી છે, જેમના વ્યાસોનો સરવાળો ૩૦ ઇંચ છે. એક પુલી દર મીનીટે ૧૨૦ આંટા ફરે છે અને બીજી પુલી તેટલાજ વખતમાં ૫૦ આંટા ફરે છે, તો પુલીઓના વ્યાસો શોધો.

પુલીઓના વ્યાસો તેમના આંટાનાં ઉલટાં પ્રમાણમાં છે.

ધારોકે,  $D =$  દર મીનીટે ૧૨૦ આંટાની ઝડપે ફરતી પુલીનો વ્યાસ,  
અને  $F =$  તેટલાજ વખતમાં ૫૦ આંટાની ઝડપે ફરતી પુલીનો વ્યાસ.

$$\begin{aligned} \text{ત્યારે } D : F &:: N_F : N_D \\ &:: ૫૦ : ૧૨૦ \\ &:: ૫ : ૧૨ \end{aligned}$$

વ્યાસોનાં પ્રમાણનો સરવાળો  $= ૫ + ૧૨ = ૧૭$

$$૧૭ : ૫ :: ૩૦'' : D$$

$$\therefore D = \frac{૩૦ \times ૫}{૧૭} = \underline{૮.૮૨ \text{ ઇંચ.}}$$

$$૧૭ : ૧૨ :: ૩૦'' : F$$

$$\therefore F = \frac{૩૦ \times ૧૨}{૧૭} = \underline{૨૧.૧૭ \text{ ઇંચ}}$$

**દાખલો ૫**—બે પુલીઓ કે જેઓને પટા વડે જોડેલી છે તેઓના વ્યાસો અનુક્રમે ૩૩ ઇંચ અને ૨૧ ઇંચ છે, અને તેમના આંટાની સંખ્યાનો સરવાળો દર મીનીટે ૨૪૦ છે, તો દર મીનીટે દરેક પુલીના આંટાની સંખ્યા શોધો.

ધારોકે,  $N_D =$  દર મીનીટે ૩૩ ઇંચ વ્યાસની પુલી  $D$  ના આંટાની સંખ્યા.

$N_F =$  તેટલાજ વખતમાં ૨૧ ઇંચ વ્યાસની પુલી  $F$  ના આંટાની સંખ્યા.

$$\therefore N_D : N_F :: F : D$$

$$:: ૨૧ : ૩૩$$

$$N_D : N_F :: ૭ : ૧૧$$

આંટાનાં પ્રમાણનો સરવાળો  $= ૭ + ૧૧ = ૧૮$

$$૧૮ : ૭ :: ૨૪૦ : N_D$$

$$\therefore N_D = \frac{૨૪૦ \times ૭}{૧૮} = \underline{૯૩.૩૩} \text{ આંટા}$$

$$૧૮ : ૧૧ :: ૨૪૦ : N_F$$

$$\therefore N_F = \frac{૨૪૦ \times ૧૧}{૧૮} = \underline{૧૪૬.૬૬} \text{ આંટા}$$

દાખલો ૬—બે પુલીઓન પટા વડે જોડેલી છે, અને તેમના વ્યાસો વચ્ચેનો તફાવત ૨૫ ઇંચ છે. એક પુલી દર મીનીટે ૮૦ આંટા ફરે છે અને બીજી પુલી તેટલાજ વખતમાં ૨૮૦ આંટા ફરે છે, તો દરેક પુલીના વ્યાસો શોધો ?

ધારોકે,  $D =$  દર મીનીટે ૮૦ આંટાની ઝડપે ફરતી મોટી પુલીનો વ્યાસ.

અને  $F =$  દર મીનીટે ૨૮૦ આંટાની ઝડપે ફરતી નાની પુલીનો વ્યાસ

$$\text{ત્યારે } D : F :: N_F : N_D$$

$$:: ૨૮૦ : ૮૦$$

$$D : F :: ૭ : ૨$$

$$\text{વ્યાસોનાં પ્રમાણ વચ્ચેનો તફાવત} = ૭ - ૨ = ૫$$

$$૫ : ૭ :: ૨૫ : D$$

$$\therefore D = \frac{૨૫ \times ૭}{૫} = \underline{૩૫} \text{ ઇંચ}$$

$$૫ : ૨ :: ૨૫ : F$$

$$\therefore F = \frac{૨૫ \times ૨}{૫} = \underline{૧૦} \text{ ઇંચ}$$

દાખલો ૭—આપેલા વખતમાં બે પુલીના આંટાની સંખ્યા વચ્ચેનો તફાવત ૭૫ છે, અને તેમની ત્રિજ્યાનું પ્રમાણ ૨ : ૫ છે. તેમના વ્યાસોનો સરવાળો ૩૫ ઇંચ છે, તો દરેક પુલીના વ્યાસ અને આપેલા વખતમાં તેમના આંટાની સંખ્યા નક્કી કરો.

ત્રિજ્યાનું પ્રમાણ એટલે વ્યાસોનું પ્રમાણ ૨ : ૫ છે.

$$\text{પ્રમાણનો સરવાળો} = ૨ + ૫ = ૭$$



$$૭ : ૨ :: ૩૫ : F$$

$$\therefore F = \frac{૩૫ \times ૨}{૭} = \underline{૧૦ \text{ ઇંચ}}$$

$$૭ : ૫ :: ૩૫ : D$$

$$\therefore D = \frac{૩૫ \times ૫}{૭} = \underline{૨૫ \text{ ઇંચ}}$$

પ્રમાણનો તફાવત = ૫ - ૨ = ૩ છે.

$$૩ : ૫ :: ૭૫ : N_F$$

$$\therefore N_F = \frac{૭૫ \times ૫}{૩} = \underline{૧૨૫ \text{ આંટા}}$$

$$૩ : ૨ :: ૭૫ : N_D$$

$$\therefore N_D = \frac{૭૫ \times ૨}{૩} = \underline{૫૦ \text{ આંટા}}$$

**દાખલો ૮**—એક એન્જન દર મીનીટે ૧૦૬ આંટાની સાધારણ ઝડપે ચાલે છે, અને તે ઝડપે એમ માલમ પડ્યું કે એક ડાયનામોને પટાવડે દર મીનીટે ૪૨૦ આંટાની ઝડપે તે ચલાવે છે. પણ પોતાના હુમેશના સાધારણ કેન્ડલ પાવરે વિજ્ઞાનિક બત્તીઓને રોશની આપવા માટે ડાયનામોને દર મીનીટે ૪૬૦ આંટાની ઝડપે ચલાવવાની જરૂર પડી, તો એન્જનને કેટલી ઝડપે ચલાવવું જોઈશે ?

$$૪૨૦ : ૪૬૦ :: ૧૦૬ : R$$

$$\therefore R = \frac{૪૬૦ \times ૧૦૬}{૪૨૦} = \underline{૧૧૬ \text{ આંટા દર મીનીટે}}$$

**પટાનો સ્લીપ (Slip) એટલે પુલી ઉપર પટાનું સરવું તે**—પટો પુલીની રીમ ઉપર ચાલુમાં ચોક્કસ અંશે સરે છે તેને પટાનો “સ્લીપ” કહેવામાં આવે છે. પટાના સ્લીપને લીધે પુલી અને પટાની વચ્ચેનો ધર્ષણનો અવરોધ દુર કરવામાં શક્તિ વ્યર્થ જાય છે. પટાના સ્લીપનો જથ્થો એક સરખો હોતો નથી, અને તે સંચારણ થયેલી શક્તિ ઉપર, અને પટો ટાઈટ અથવા ઢીલો હોય તેની ઉપર આધાર રાખે છે. પટાનો સ્લીપ કેટલો છે તે પ્રયોગ વડે શોધી

## પટાનો સ્લીપ એટલે પુલી ઉપર પટાનું સરવું ૭૩

શકાય છે. પહેલાં  $D \times N_D = F \times N_F$  ફોર્મ્યુલા વડે ચલાવવામાં આવતી શાફ્ટ (ડ્રીવન શાફ્ટ) કેટલા આંટાની ઝડપે ફરવી જોઈએ તે શોધી કાઢવું, અને પછી ફાઇવર અને ડ્રીવન એ બન્ને શાફ્ટના આંટાઓ બરાબર ચોક્કસ “રેવોલ્યુશન કાઉન્ટર” (શાફ્ટોના આંટાઓ ગણવાનું યત્ર) વડે ગણવા. દાખલા તરીકે, ૩ ફુટ વ્યાસની એક પુલી દર મીનીટે ૧૦૦ આંટા ફરી ૧ ફુટ વ્યાસની બીજી પુલીને ચલાવે છે, ત્યારે ગતિનું પ્રમાણ  $\frac{3}{1} = ૩ : ૧$  છે, એટલે મોટી પુલી ૧૦૦ આંટા ફરે તો તેટલાજ વખતમાં નાની પુલી ૩૦૦ આંટા ફરવી જોઈએ. પણ અજમાયશથી તપાસતાં માલમ પડ્યું કે નાની પુલી ૩૦૦ આંટાને બદલે ૨૮૫ આંટા ફરે છે, તો આ બાબતમાં ખરેખરે વ્યવહારમાં મળતું ગતિનું પ્રમાણ  $\frac{૩૦૦}{૨૮૫} = \frac{૨૦}{૧૯} = ૨.૦૫ : ૧$  છે. એમાં ડ્રીવન શાફ્ટમાં આંટાની ખોટ ૩૦૦ આંટા દીઠ ૧૫ આંટાની છે, અથવા  $\frac{૧૫ \times ૧૦૦}{૩૦૦} = ૫$  ટકા સ્લીપ છે. આ પ્રમાણે ગતિમાં ૫ ટકાની ખોટ થાય છે, અને વળી તેજ પ્રમાણે તેટલાજ ટકા શક્તિમાં પણ ખોટ થાય છે.

**દાખલો ૯—**૩ ફુટ ત્રિજ્યાની એક પુલી દર મીનીટે ૧૦૦ આંટા ફરી ૩૬ ઇંચ વ્યાસની બીજી પુલી ઉપર ગતિનું સંચારણ કરે છે. જો પટાનો સ્લીપ ૧૦ ટકા હોય તો ફોલોઅરની ઝડપ કેટલી હશે ? જો પટા વડે ૫ એક હોર્સપાવરનું સંચારણ કરવામાં આવતું હોય તો પટા ઉપર ચલાવનારું કાર્યસાધક દબાણ કેટલું આવશે ?

ત્રિજ્યા ૩ ફુટ છે, એટલે વ્યાસ =  $૩ \times ૨ \times ૧૨ = ૭૨$  ઇંચ

$$D \times N_D = F \times N_F$$

$$૭૨ \times ૧૦૦ = ૩૬ \times N_F$$

$$N_F = \frac{૭૨ \times ૧૦૦}{૩૬} = ૨૦૦ \text{ આંટા}$$

આંટા	આંટા	આંટાનો સ્લીપ
૧૦૦	: ૨૦૦	:: ૧૦

∴ ૨૦૦ આંટા ઉપર કુલ સ્લીપ =  $\frac{૨૦૦ \times ૧૦}{૧૦૦} = ૨૦$  આંટા.  
ત્યારે, સ્લીપ ધ્યાનમાં લેતાં ફોલોઅરના આંટાની સંખ્યા = ૨૦૦ - ૨૦ = ૧૮૦ આંટા.

૩૬ ઈંચ વ્યાસની પુલીના એક આંટામાં પટાની ઝડપ = તે પુલીનો પરિધ =  $(\frac{૩૬}{૨} \times \frac{૨૨}{૭})$  ફુટ. એક મીનીટમાં પટાની ઝડપ =  $(\frac{૩૬}{૨} \times \frac{૨૨}{૭} \times ૧૮૦)$  ફુટ.

પટા ઉપરનું કાર્યસાધક ખેંચાણ × ઝડપ એક મીનીટમાં = B.H.P.

૩૩૦૦૦

∴ પટા ઉપરનું ખેંચાણ × એક મીનીટમાં ઝડપ = એક હોર્સપાવર × ૩૩૦૦૦.

∴ પટા ઉપરનું ખેંચાણ ×  $\frac{૩૬}{૨} \times \frac{૨૨}{૭} \times ૧૮૦ = ૫ \times ૩૩૦૦૦$ .

∴ પટા ઉપરનું કાર્યસાધક ખેંચાણ =  $\frac{૫ \times ૩૩૦૦૦ \times ૧૨ \times ૭}{૩૬ \times ૨૨ \times ૧૮૦} = ૯૭.૨$  પૌંડ.

**દાખલો ૧૦**—દર મીનીટે ૨૦૦ આંટાની ઝડપે ફરતી એક શાફ્ટ ઉપર ૫૦ ઈંચ વ્યાસની પુલી બેસાડેલી છે. આ પુલી ઉપરથી પટાની મદદ વડે એક ડાયનામોને દર મીનીટે ૧૨૦૦ આંટાની ઝડપે ચલાવવાનો છે. જો પટાનો સ્લીપ ૪ ટકા હોય તો ડાયનામો ઉપર કેટલા વ્યાસની પુલી મુકવી જોઈશે ?

ધારો કે R = જ્યારે પટાનો સ્લીપ ન હોય ત્યારે ડાયનામોના આંટાની સંખ્યા દર મીનીટે

ત્યારે સ્લીપ ધ્યાનમાં લેતાં R આંટા ઉપરનો કુલ સ્લીપ =  $\frac{૪ R}{૧૦૦} = \frac{R}{૨૫}$  આંટા.

∴ સ્લીપ ધ્યાનમાં લઈએ તો સ્લીપ બાદ જતાં ખરેખરા આંટાની સંખ્યા = R - કુલ સ્લીપ

$$= R - \frac{R}{૨૫} = \frac{૨૪R}{૨૫}$$

પણ ખરેખરા આંટાની સંખ્યા સ્લીપ બાદ જતાં ૧૨૦૦ છે.

$$\therefore \frac{૨૪R}{૨૫} = ૧૨૦૦$$

## ત્રેન ઓફ પુલીઝ

૭૫

$$\therefore R = \frac{1200 \times 24}{28} = 1240 \text{ આંટા.}$$

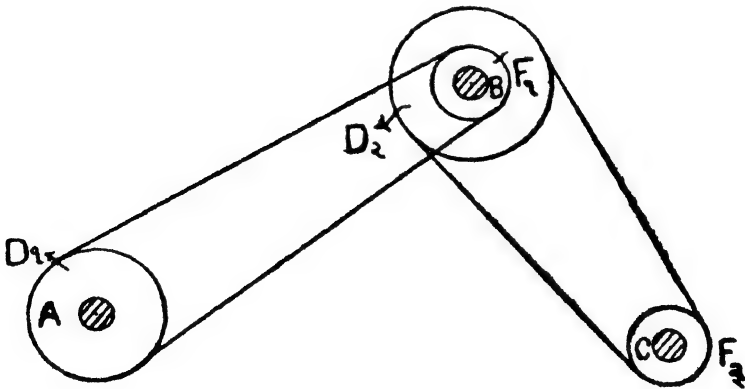
અથવા,  $100 - 8 = 92$ . ખરેખરા આંટા ખરેખરા આંટા કુલ આંટા  
 $92 : 1200 :: 100$

$$\frac{1200 \times 100}{92} = 1240 \text{ આંટા.}$$

$$1240 \times D = 40 \times 200$$

$$\therefore D = \frac{40 \times 200}{1240} = 6.45$$

**ત્રેન ઓફ પુલીઝ (train of pulleys)**—આગળ આપણે શીખી ગયા કે એક ધરી ઉપરથી બીજી ધરી ઉપર ને પુલીઓ અને પટા વડે ગતિનું સંચારણ કરવામાં આવે તો તે ધરીઓ ઉપર બેસાડેલી પુલીઓના આંટાની સંખ્યા તેમના વ્યાસનાં ઉલટાં પ્રમાણમાં થશે. વ્યવહારમાં પુલીનાં કદની હદ હોય છે; અને તેટલા માટે ને એક ડ્રાઇવિંગ અને એક ફોલોઇંગ પુલી વાપરીએ તો બન્ને શાફ્ટના આંટા વચ્ચેનાં પ્રમાણની પણ હદ આવી જશે. આ અડચણ દુર કરવા માટે એક વધારાની શાફ્ટ અને જુદા જુદા વ્યાસની બે



આકૃતિ ૧૭

વધારાની પુલીઓ વાપરવી પડશે. આ બાબતમાં પહેલી અને છેલ્લી શાફ્ટ ઉપર અકેકી પુલી આવશે અને વચગાળેની શાફ્ટ ઉપર જુદા જુદા વ્યાસની બે પુલીઓ આવશે. આકૃતિ ૧૭માં આ “ત્રેન ઓફ પુલીઝ” બતાવી છે. આ રચનામાં ગતિનું સંચારણુ પુલીઓ  $D_1$  અને  $F_1$ ની મદદ વડે શાફ્ટ A ઉપરથી શાફ્ટ B ઉપર અને પુલીઓ  $D_2$  અને  $F_2$ ની મદદ વડે શાફ્ટ B ઉપરથી શાફ્ટ C ઉપર કરી વેગમાં વધારો કરવાની રીત દેખાડી છે. પણ જો ચલાવવાની ક્રિયા શાફ્ટ C ઉપરથી B ઉપર અને ત્યાંથી B ઉપરથી A ઉપર કરવામાં આવે તો વેગમાં ઘટાડો થશે. ગતિનું પ્રમાણ નીચે પ્રમાણે શોધી શકાય:—

ધારો કે,  $D_1$  અને  $D_2 =$  ડ્રાઇવીંગ પુલીઓના વ્યાસો,

$F_1$  અને  $F_2 =$  ફોલોઇંગ પુલીઓના વ્યાસો,

$ND_1$  અને  $ND_2 =$  એક મીનીટમાં ડ્રાઇવીંગ પુલીઓના આંટાની સંખ્યા,

$NF_1$  અને  $NF_2 =$  એક મીનીટમાં ફોલોઇંગ પુલીઓના આંટાની સંખ્યા

તો, પુલીઓ  $D_1$  અને  $F_1$ ની પહેલી જોડી લેતાં

$$ND_1 \times D_1 = NF_1 \times F_1$$

$$\therefore NF_1 = \frac{ND_1 \times D_1}{F_1}$$

અને પુલીઓ  $D_2$  અને  $F_2$ ની બીજી જોડી લેતાં—

$$ND_2 \times D_2 = NF_2 \times F_2,$$

પણ પહેલી ફોલોઇંગ પુલી  $F_1$  દર મીનીટે જેટલા આંટા ફરે તેટલાજ આંટા બીજી ડ્રાઇવીંગ પુલી  $D_2$  ફરશે, કારણ કે આ બંને પુલીઓ એકજ શાફ્ટ B ઉપર સજ્જડ કરેલી છે; માટે

$$NF_1 = ND_2$$

$$\therefore NF_1 \times D_2 = NF_2 \times F_2$$

$$\text{પણ } NF_1 = \frac{ND_1 \times D_1}{F_1}$$

$$\therefore \frac{ND_1 \times D_1}{F_1} \times D_2 = NF_2 \times F_2$$

$$\therefore ND_1 \times D_1 \times D_2 = NF_2 \times F_2 \times F_1$$

$$\frac{ND_1}{NF_1} = \frac{F_1 \times F_2}{D_1 \times D_2}$$

ખીજ શખ્દોમાં કહીએ તો પહેલી ડ્રાઇવિંગ પુલીના આંટાની સંખ્યા ગુણ્યા સઘળી ડ્રાઇવિંગ પુલીઓના વ્યાસોનો ગુણાકાર = છેલ્લી ફોલોઇંગ પુલીના આંટાની સંખ્યા ગુણ્યા સઘળી ફોલોઇંગ પુલીઓના વ્યાસોનો ગુણાકાર.

**દાખલો ૧૧**—દર મીનીટે ૬૦ આંટાની ઝડપે ફરતી એક મેન શાફ્ટ કે જેની ઉપર ૧૨ ઇંચ વ્યાસની પુલી બેસાડેલી છે તેની ઉપરથી ગતિનું સંચારણ પટાની મદદ વડે કાઉન્ટર શાફ્ટ (counter shaft) ઉપર બેસાડેલી ૧૦ ઇંચ વ્યાસની પુલી ઉપર કરવામાં આવે છે. ૧૫ ઇંચ વ્યાસની એક ખીજ પુલી કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપર સજ્જડ કરેલી છે, જે મશીનને ચલાવનારી ૬ ઇંચ વ્યાસની પુલીને ગતિ આપે છે; તો મશીન દર મીનીટે કેટલા આંટાની ઝડપે ફરશે તે શોધો. જો પટાનો સ્લીપ ૫ ટકા હોય તો તે મશીન દર મીનીટે કેટલા આંટા ફરશે ?

**નિયમ:**—અમુક વખતમાં પહેલી ડ્રાઇવિંગ પુલીના આંટાની સંખ્યા  $\times$  ડ્રાઇવિંગ પુલીઓના વ્યાસોનો ગુણાકાર = તેટલાજ વખતમાં છેલ્લી ફોલોઇંગ પુલીના આંટાની સંખ્યા  $\times$  ફોલોઇંગ પુલીઓના વ્યાસોનો ગુણાકાર, અથવા

$$ND_1 \times D_1 \times D_2 = NF_2 \times F_1 \times F_2$$

$$૬૦ \times ૧૨ \times ૧૫ = NF_2 \times ૧૦ \times ૬$$

$$\therefore NF_2 = \frac{૬૦ \times ૧૨ \times ૧૫}{૧૦ \times ૬} = \underline{૧૮૦ \text{ આંટા}}$$

$$૧૦૦ : ૧૮૦ :: ૫$$

$$\therefore \text{કુલ સ્લીપ} = \frac{૧૮૦ \times ૫}{૧૦૦} = ૯ \text{ આંટા}$$

ત્યારે સ્લીપ ધ્યાનમાં લેતાં મશીનના આંટાની સંખ્યા =  $૧૮૦ - ૯ = \underline{૧૭૧ \text{ આંટા}}$

**દાખલો ૧૨—**એક એન્જન પુલીઓ અને પટાની મદદ વડે એક સેન્ટ્રીફ્યુગલ પમ્પને ચલાવે છે. એન્જનની કેંક શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલી ૩૬ ઈંચ વ્યાસની પુલી ઉપરથી પટો તેની સામે આવેલી બીજી શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલી ૧૬ ઈંચ વ્યાસની પુલી ઉપર લઈ જવામાં આવે છે. આ શાફ્ટ ઉપર બીજી ૩૦ ઈંચ વ્યાસની પુલી બેસાડેલી છે જે ઉપરથી પટા વડે ગતિને ત્રીજી શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલી ૧૮ ઈંચ વ્યાસની પુલી ઉપર લઈ જવામાં આવે છે. એજ શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલી ૨૪ ઈંચ વ્યાસની બીજી પુલી ઉપરથી પમ્પને ગતિ આપવામાં આવે છે. પમ્પ ઉપરની પુલીનો વ્યાસ ૯ ઈંચ છે. એન્જન દર મીનીટે ૨૦૦ આંટા ફરે છે તો પટાનો સ્લીપ ધ્યાનમાં ન લેતાં પમ્પ તેટલાજ વખતમાં કેટલા આંટા ફરશે ? જો પટાનો સ્લીપ સેંકડે ૮ ટકા હોય તો શું જવાબ આવશે ?

$$N_{D_1} \times D_1 \times D_2 \times D_3 = N_{F_3} \times F_1 \times F_2 \times F_3$$

$$૨૦૦ \times ૩૬ \times ૩૦ \times ૨૪ = N_{F_3} \times ૧૬ \times ૧૮ \times ૯$$

$$\therefore N_{F_3} = \frac{૨૦૦ \times ૩૬ \times ૩૦ \times ૨૪}{૧૬ \times ૧૮ \times ૯} = \underline{૨૦૦૦ \text{ આંટા}}$$

$$૧૦૦ : ૨૦૦૦ :: ૮$$

$$\therefore \text{કુલ સ્લીપ} = \frac{૨૦૦૦ \times ૮}{૧૦૦} = ૧૬૦ \text{ આંટા}$$

$$\therefore \text{સ્લીપ ધ્યાનમાં લેતાં પમ્પના આંટાની સંખ્યા} = ૨૦૦૦ - ૧૬૦ \\ = \underline{૧૮૪૦ \text{ આંટા}}$$

**દાખલો ૧૩—**એક એન્જન વડે કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપરથી એક મશીનને દર મીનીટે ૮૪૦ આંટાની ઝડપે ચલાવવાનું છે. મશીન ઉપર આપેલી પુલીનો વ્યાસ ૯ ઈંચ છે. એન્જન દર મીનીટે ૧૮૦ આંટાની ઝડપે ફરે છે, તો એન્જન તથા કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપર કેટલા વ્યાસની પુલીઓ બેસાડવી જોઈશે તે શોધો.

$$\text{એન્જન અને મશીનની ગતિ વચ્ચેનું પ્રમાણ} = \frac{\text{મશીનની ઝડપ}}{\text{એન્જનની ઝડપ}}$$

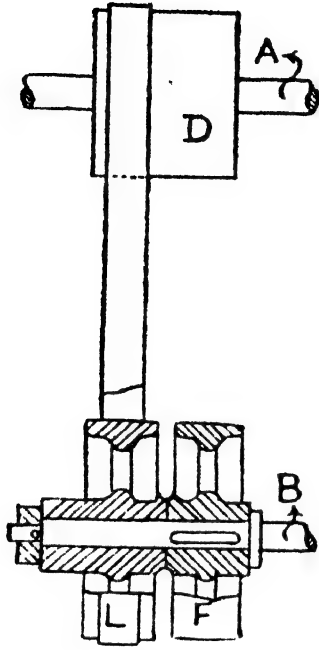
$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{એન્જનની પુલીનો વ્યાસ}}{\text{મશીનની પુલીનો વ્યાસ}} \\
 &= \frac{૬૪૦}{૨} = ૩૨૦ \\
 &= \frac{૪ \times ૩.૫}{૨ \times ૧.૫} \\
 &= \frac{૩૨}{૨} \times \frac{૩.૫}{૧.૫},
 \end{aligned}$$

એટલે એન્જન ઉપર ૩૬ ઇંચ વ્યાસની પુલી અને કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપર ૧૮ ઇંચ અને ૨૧ ઇંચ વ્યાસની પુલીઓ ખેસાડવી જોઈશે. એન્જનની ૩૬ ઇંચ વ્યાસની પુલી ઉપરથી પટો કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપરની ૧૮ ઇંચ વ્યાસની પુલી ઉપર લઈ જવો જોઈશે, અને કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપરની ૨૧ ઇંચની પુલી ઉપરથી પટો મશીનની ૯ ઇંચ વ્યાસની પુલી ઉપર લઈ જવો જોઈએ.

### ફાસ્ટ અને લુસ પુલીઓ (Fast and loose pulleys)

મશીન ઉપર પટા વડે પાવરનું સંચારણ કરવામાં સામાન્ય રચના એ હોય છે કે એન્જન અથવા ઇલેક્ટ્રીક અથવા બીજી કોઈ પણ જાતની મોટર વડે ચલાવવામાં આવતી એક ડ્રાઇવિંગ શાફ્ટ ઉપરથી મશીનોને ચલાવવા માટે ગતિ મેળવવામાં આવે છે. આ ડ્રાઇવિંગ શાફ્ટ ઉપર એક પુલી ખેસાડવામાં આવે છે જેને મશીનને ચલાવનારી શાફ્ટ ઉપર ખેસાડેલી પુલી સાથે પટા વડે જોડવામાં આવે છે. ડ્રાઇવિંગ શાફ્ટને કશી પણ અસર કર્યા સિવાય મશીનની ગતિને બંધ કરી શકાય તેમજ ઉલટાવી શકાય તે માટે ટ્રોલોઈંગ શાફ્ટ અથવા મશીનની શાફ્ટ ઉપર બે પુલી મુકવામાં આવે છે, જે દરેક પુલીની રીમ પટો રહી શકે એટલી પુરતી પહોળી હોય છે, અને આ બે પુલીઓમાંની એક, શાફ્ટ સાથે ચાલી અથવા સેટ સ્ક્રુની મદદ વડે સજ્જ કરેલી છે જેને “ફાસ્ટ પુલી” કહે છે, જ્યારે બીજી પુલી શાફ્ટ ઉપર છુટી ફરી શકે એમ ઢીલી રાખવામાં આવે છે તેને “લુસ પુલી” કહે છે. આ રચના “ફાસ્ટ અને લુસ પુલી”ને નામે ઓળખાય છે, જે



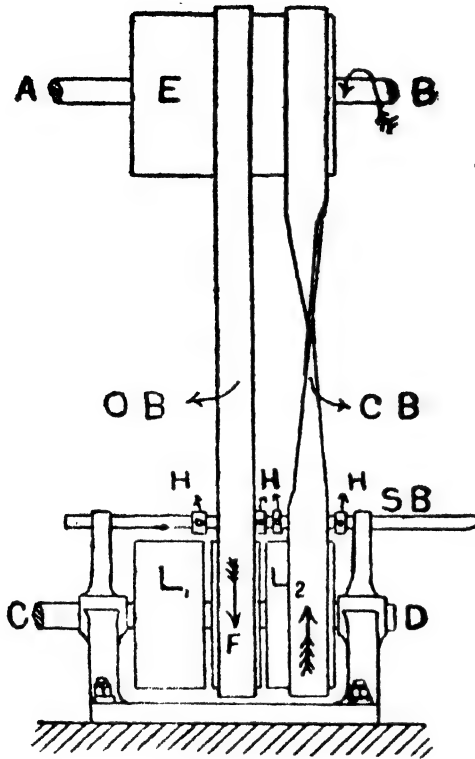


આકૃતિ ૧૮

આકૃતિ ૧૮માં દેખાડી છે. એમાં ફાસ્ટ પુલીને શાફ્ટ સાથે ચાવી વડે સંજ્જડ કરવાની રીત દેખાડી છે. ફ્રાઈવિંગ શાફ્ટ A ઉપર સંજ્જડ કરેલી પુલી D કે જે ઉપરથી ફાસ્ટ અને લુસ પુલી F અને L ઉપર ગતિનું સંચારણ કરવામાં આવે છે તેની રીમની પહોળાઈ પટાની પહોળાઈથી બમણી રાખવામાં આવે છે. ન્યારે પટો ફાસ્ટ પુલી F ઉપર હશે ત્યારે ગતિનું સંચારણ પુલી D ઉપરથી F ઉપર થશે અને શાફ્ટ B ફરશે; પણ ન્યારે પટાને હટાવી લુસ પુલી L ઉપર લાવવામાં આવે ત્યારે લુસ પુલી L શાફ્ટ B ઉપર ઢીલી હોવાથી માત્ર લુસ પુલી L ફરશે અને શાફ્ટ B ઉભી રહેશે. આ પ્રમાણે એક પુલી ઉપરથી બીજી પુલી ઉપર પટો ખસેડવામાટે ફ્રેક્ટ એટલે ચીપીઆની રચના પુરી પાડવામાં આવે છે. કેટલીક બાબતમાં હાથ વડે અથવા બીજા સાદા ઉપાયો વડે પટો ખસેડવામાં આવે છે. પણ સાધારણ રચના એ હોય છે કે પુરી પાડેલી બે ગાંઠડસમાં આમ તેમ ખસી શકે એવો એક ચપટો સળીયો આપવામાં આવે છે, જે સળીયા ઉપર બે ચીપીઆ જોડેલા હોય છે, જેની વચ્ચે પટો રહે છે. ચીપીઆનું દબાણ પટાની જે બાજુ પુલી તરફ આગળ વધતી હોય તે બાજુની ધાર ઉપર લગાડવામાં આવે છે. જુઓ આકૃતિ ૧૯ અને ૨૦.

**પુલીઓ અને પટા વડે ઉલટા સુલટી ગતિઓ મેળવવાની રીત (Reversing motion by belt gearing)**—  
બહુ જાતનાં મશીન-ટુલ્સમાં એન્જર અથવા દાગીનાને પહેલાં

## પુલીઓ અને પટા વડે ઉલટા મુલતી ગતિઓ ૮૧



આકૃતિ ૧૯

કરવામાં આવે છે તેની સાથે ટેબલની નીચે આપેલાં ચક્રક્રમ અને રેક-પીનીઅનની મદદ વડે અથવા સ્ક્રુની મદદ વડે જોડવામાં આવે છે. શાફ્ટ AB ઉપર પુલી E ચાવી મારી સળંગ કરેલી છે જે પુલી એટલી પુરતી પહોળી રાખેલી છે કે તેનાં ઉપર પટો અમુક સ્થાનોએ સરી શકે. શાફ્ટ CD ઉપર  $L_1$ , F, અને  $L_2$  એમ સરખા વ્યાસની ત્રણ પુલીઓ છે, જેમાંની F શીક્સ પુલી છે જેને શાફ્ટ સાથે સળંગ કરેલી છે અને તેની પહોળાઈ પટાની પહોળાઈ તે અનુકુળ થાય એટલી રાખેલી હોય છે, અને પુલીઓ  $L_1$  અને  $L_2$  લુસ પુલીઓ છે જે શાફ્ટ ઉપર ઢીલી ફરે છે અને તેમની પહોળાઈ

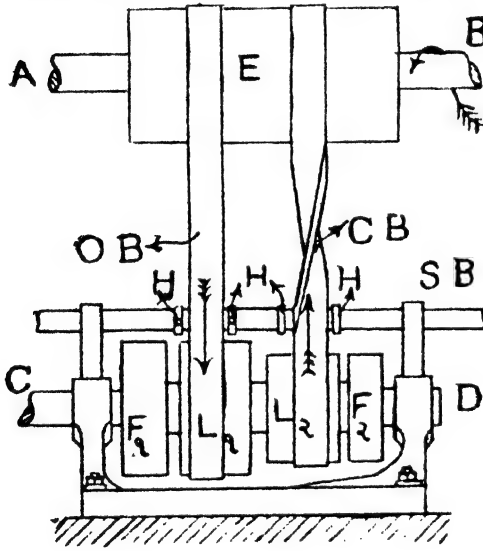
એક દિશામાં અને પછી ઉલટી દિશામાં ચલાવવાની તેમજ મશીનને ચાલુ તથા બંધ કરવાની જરૂર હોય છે. આમ કરવા માટે ફાસ્ટ અને લુસ પુલીઓ સાથે ઓપન અને ક્લોસ બેલ્ટનો સમૂહ વારંવાર પુરો પાડવામાં આવે છે, જે આકૃતિ ૧૯ અને ૨૦માં બતાવ્યું છે. આ રીવર્સીંગ મોશનની આકૃતિ ૧૯માં AB ફાઇવીંગ શાફ્ટ છે જે હમેશાં એકજ દિશામાં ફર્યા કરે છે. CDએ ફ્રીવન શાફ્ટ છે જે એક સરખી ઝડપે બન્ને દિશામાં ચલાવવાની છે. પ્લેનીંગ મશીનની બાબતમાં આ શાફ્ટને મશીનની ટેબલ કે જે ઉપર દાગીનો સળંગડ

શીક્સ પુલી F થી બમણી છે જેથી પટા તેમની રીમ ઉપર બે સ્થાનોએ રહી શકે. બે પટાઓ વપરાયા છે, જેમાંનો એક ઓપન અને બીજો ક્રોસ છે, અને તેઓ એક બીજાના સંબંધે લેતાં કાર્મ પલુ સ્થાને એકજ સરખે અંતરે રહે છે, કારણ કે સ્લાઈડીંગ બાર SB ઉપર લગાડેલા ફેર્કિસ (ચીપીઆ) H વડે તેઓ બન્નેને સાથે ખસેડવામાં આવે છે. આ ચીપીઆ પટાની જે બાજુ પુલી તરફ આગળ વધતી હોય તે બાજુ (advancing side) ઉપર કાર્ય કરે છે, તેથી સ્લાઈડીંગ બારની એક બાજુએ ચીપીઆની એક જોડ અને સામી બાજુએ બીજી જોડ લગાડવામાં આવે છે. આકૃતિમાં દેખાડેલાં સ્થાને ઓપન બેલ્ટ OB શીક્સ પુલી F ની રીમ ઉપર મુકેલો છે અને ક્રોસ બેલ્ટ CB લુસ પુલી L<sub>2</sub> ની રીમ ઉપર મુકેલો છે, તેથી લુસ પુલી L<sub>2</sub> શાફ્ટ ઉપર ઢીલી ફર્યા કરે છે અને ઓપન બેલ્ટ વડે શાફ્ટ CD શાફ્ટ AB ની દિશામાં ફરે છે. જો સ્લાઈડીંગ બાર SB ને ડાબી તરફ ફાસ્ટ પુલીના પહેળાઈ જેટલાં અંતરે ખસેડવામાં આવે તો ક્રોસ બેલ્ટ લુસ પુલી L<sub>2</sub> ઉપરજ રહેશે અને ઓપન બેલ્ટ લુસ પુલી L<sub>1</sub> ઉપર આવશે. આ પ્રમાણે બન્ને પટાઓ લુસ પુલીઓ ઉપર હોવાથી તે પુલીઓ શાફ્ટ ઉપર માત્ર ઢીલી ફર્યા કરશે અને શાફ્ટ CD ફરતી બંધ પડશે, તેથી મશીન ચાલતું બંધ થશે. આ સ્થાનેથી જો પટાને હજી ડાબી તરફ તેટલાંજ અંતરે ખસેડવામાં આવે તો ઓપન બેલ્ટ લુસ પુલી L<sub>1</sub> ઉપરજ રહેશે અને ક્રોસ બેલ્ટ ફાસ્ટ પુલી F ઉપર આવશે જેથી ઓપન બેલ્ટ વડે શાફ્ટ CD શાફ્ટ AB થી ઉલટી દિશામાં ફરવા માંડશે. આ પ્રમાણે શાફ્ટ CD ને એક સરખી ઝડપે ગમે તે દિશામાં ફેરવવા અથવા તો જરૂર પડે એમ તે શાફ્ટ ફરતી ચટકાવવા આપણે શક્તિમાન છીએ. પ્લેનીંગ મશીનની બાબતમાં જ્યાં આગળ કાપવાની ક્રિયા માત્ર એકજ દિશામાં થાય છે એટલે ટેબલના એકજ સ્ટ્રોક દરમિયાન થાય છે તેમાં કાપ (cut) પુરો થયા પછી ટેબલને વળતા સ્ટ્રોકે વધારે ઉતાવળે ચલાવવામાં આવ્યાથી વખતનો બચાવ થાય છે. આ

## પુલીઓ અને પટા વડે ઉલટા મુલતી ગતિઓ ૮૩

પ્રમાણે ધીમી અને ઝડપી ગતિ મેળવવા માટે આગલી રચનામાં સુધારો કરી આકૃતિ ૨૦માં દેખાડ્યા પ્રમાણેની રચના વપરાય છે.

આકૃતિ ૨૦માં AB ડ્રાઇવિંગ શાફ્ટ છે જે હુમેશાં એક જ દિશામાં ફર્યા કરે છે, અને તે ઉપર પુરતી પહોળાઈની એક પુલી અથવા ડ્રમ E ચાવી મારી સજ્જડ બેસાડેલું છે. CD એ ડ્રીવન શાફ્ટ (અથવા જે પ્લેનીંગ મશીનમાં સ્ક્રુ વડે ટેબલને ગતિ આપવામાં આવે છે તેની બાબતમાં સ્ક્રુ) છે, જે અમુક ઝડપે એક દિશામાં



ચલાવવાની છે અને તેથી ઉલટી દિશામાં જુદી ઝડપે ચલાવવાની છે અથવા તે સ્થિર રાખવાની છે તે ઉપર ચાર પુલીઓ  $F_1$ ,  $L_1$ ,  $L_2$ , અને  $F_2$  મુકેલી છે. આ પુલીઓમાંની  $F_1$  અને  $F_2$  શાફ્ટ ઉપર ચાવીથી સજ્જડ કરેલી છે અને તેમની રીમની પહોળાઈ પટાની પહોળાઈને અનુકુળ છે.  $L_1$  અને  $L_2$  લુસ પુલી છે જેઓ શાફ્ટ

આકૃતિ ૨૦

ઉપર ઢીલી ફરે છે, અને તે દરેકની પહોળાઈ પટાની બેવડી પહોળાઈ જેટલી છે.  $F_1$  અને  $L_1$ ના વ્યાસ એક સરખા છે કે જેઓ  $L_2$  અને  $F_2$  કે જેમના વ્યાસ પણ સરખા છે તેમનાથી જુદા છે. જો પટાઓ આકૃતિમાં દેખાડેલું સ્થાન ધારણ કરે તો શાફ્ટ CD ફરતી બંધ થશે, કારણ કે ઓપન બેલ્ટ OB લુસ પુલી  $L_1$  ઉપર અને ક્રોસ બેલ્ટ CB લુસ પુલી  $L_2$  ઉપર છે. જો સ્લાઈડિંગ ચાર SBની મદદ વડે બંને પટાઓને એક વેળાએ ફાસ્ટ પુલીની પહોળાઈ જેટલાં

અંતરે જમણી તરફ ખસેડવામાં આવે તો ઓપન બેલ્ટ લુસ પુલી  $L_1$  ઉપરજ રહેશે અને ક્રોસ બેલ્ટ ફાસ્ટ પુલી  $F_2$  ઉપર આવશે. પરિણામે શાફ્ટ CD ક્રોસ બેલ્ટ વડે શાફ્ટ ABથી ઉલટી દિશામાં ફરવા માંડશે. આ વેળાએ શાફ્ટ AB ઓપન બેલ્ટ વડે કરવામાં આવતી ચલાવવાની ક્રિયાની ઝડપ કરતાં વધુ ઝડપે ફરશે. પ્લેનીંગ મશીનની બાબતમાં આ વેળાએ દાગીના ઉપર કાપ નહીં લેતી વેળાના વળતા સ્ટ્રોકે ટેબલ વધુ વેગથી ચાલશે. જો સ્લાઇડીંગ બારને ડાબી તરફ ફાસ્ટ પુલીની પહોળાઈ જેટલાં અંતરે ખસેડવામાં આવે તો આકૃતિમાં દેખાડ્યા પ્રમાણેનાં સ્થાને બન્ને પટાઓ પાછા આવશે, અને શાફ્ટ CD ફરતી બંધ થશે. આ સ્થાનેથી જો પટાઓને ડાબી તરફ તેટલાંજ અંતરે ખસેડવામાં આવે તો ક્રોસ બેલ્ટ લુસ પુલી  $L_2$  ઉપરજ રહેશે અને ઓપન બેલ્ટ ફાસ્ટ પુલી  $F_1$  ઉપર આવશે, જેથી શાફ્ટ CDને ચલાવવાની ક્રિયા ઓપન બેલ્ટ વડે થશે અને શાફ્ટ CD શાફ્ટ ABની દિશામાં આગળ કરતાં (એટલે ક્રોસ બેલ્ટ વડે થતી ચલાવવાની ક્રિયાની ઝડપ કરતાં) કાંઈક ધીમી ઝડપે ફરવા માંડશે; જેથી પ્લેનીંગ મશીનની બાબતમાં કટીંગ સ્ટ્રોક વેળાએ ટેબલ ધીમી ઝડપે ચાલશે, કારણ કે ડ્રાઇવિંગ પુલી Eનો વ્યાસ કાયમ રહ્યો છે, છતાં ડ્રીવન પુલીનો વ્યાસ આગળ કરતાં મોટો થયો છે; એટલે ક્રોસ બેલ્ટ વડે ડ્રીવન પુલી  $F_2$  ઉપર ચલાવવાની ક્રિયા જે ઝડપે થાય છે તે ઝડપ કરતાં ઓપન બેલ્ટ વડે ડ્રીવન પુલી  $F_1$  ઉપર ચલાવવાની ક્રિયા ધીમી ઝડપે થાય છે, કારણકે પુલી  $F_2$  કરતાં પુલી  $F_1$  મોટી છે. જો ધ્રુવિજ હોય તો શાફ્ટ AB ઉપર જુદા જુદા વ્યાસની બે પુલીઓ બેસાડવી અને નીચલી શાફ્ટ ઉપરની સઘળી પુલીઓના વ્યાસ એક સરખા રાખવાકે જેથી પરિણામ આગળનાં જેવું જ આવે.

### સ્ટેપ્ડ સ્પીડ કોન્સ (Stepped Speed Cones)—

ફેટલાંક મશીન—ટુલ્સ, જેવાંકે લેધ, શેપીંગ મશીન, સ્લોટીંગ મશીન, ડ્રીલીંગ મશીન, વિગેરેને તે ઉપર કરવામાં આવતાં જુદાં જુદાં કામને

અનુકુળ આવે તેવી જુદી જુદી ઝડપોએ મુખ્ય ચલાવનારી શાફ્ટની ગતિને અસર કર્યા સિવાય ચલાવવાનું ઇચ્છિત હોય છે. આમ કરવા માટે મશીનને ચલાવવાની વ્યવસ્થા જુદા જુદા વ્યાસની પુલીઓ વડે કરવામાં આવે છે. સામાન્ય વ્યવસ્થા એ હોય છે કે જુદા જુદા વ્યાસની હારબંધ પુલીઓ એક બીજીની અડોઅડ આવે એમ સાથે એકજ ટુકડે ઝોંતી (કાસ્ટ કરી) લેવામાં આવે છે. એમાં ડ્રાઈવર અને ફોલોઅર એ બન્નેના વ્યાસો સરખા રાખવામાં આવે છે, પણ તે ઉપરની સ્પીડો (પુલીઓ) એક બીજીથી ઉલટી ગોઠવવામાં આવે છે. એવી પુલીઓને “સ્પીડ પુલીઝ” અથવા “સ્પીડ કોન્સ” અથવા “સ્ટેપ્ડ સ્પીડ કોન્સ” કહે છે. આવી વિખાબતમાં સામ સામે આવતી સ્પીડની દરેક જોડીના વ્યાસોનો સરવાળો એક સરખોજ હોય છે. આકૃતિ ૨૧માં સ્ટેપ્ડ સ્પીડ કોન્સ વડે જુદી જુદી ઝડપો મેળવવા માટેની રચના બતાવી છે, જે ઘણી ખરી એન્જનીયરીંગ વર્કશોપ્સમાં નજરે પડે છે.

એમાં ઉપલી અથવા કાઉન્ટર શાફ્ટ જેની બેરીંગ A અને B આગળ રાખેલી છે તેને મેન શાફ્ટ (main shaft) ઉપરથી ચલાવવામાં આવે છે, અને તે શાફ્ટ ઉપર એક ફાસ્ટ પુલી F, એક લુસ પુલી L, અને ડ્રાઈવિંગ સ્પીડ કોન E બેસાડેલાં છે. શાફ્ટ MS એ મશીનને ચલાવનારી શાફ્ટ છે જેને પાંચ જુદી જુદી ઝડપે ચલાવવાની જરૂર છે. સ્પીડ કોન Hને તે ઉપર ચાવી વડે સળંગડ કરેલો છે, પણ કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપરના કોન Eથી તેને ઉલટો બેસાડયો છે એટલે સૌથી મોટી સ્પીડ (પુલી)ની સામે સૌથી નાની સ્પીડ અને સૌથી નાની સ્પીડની સામે સૌથી મોટી સ્પીડ આવે એમ બેસાડવામાં આવે છે, જેથી કરીને કોન Eનાં કોઈ પણ સ્પીડ ઉપરથી તેની સામેના કોન Hની સ્પીડ ઉપર કોન Eની ગતિનું સંચારણ કરી શકાય. એક બીજીની સામ સામે આવતી સ્પીડના વ્યાસોનો સરવાળો નિયંત્ર છે, અને એક સ્પીડ ઉપરથી તેની પાસે આવતી



## સ્પીડ કોન્સની સ્પીડના વ્યાસો નક્કો કરવાની રીત ૮૭

**દાખલો ૧૪**—એક પાંચ સ્પીડવાળા સ્પીડ કોનમાં સૌથી મોટી સ્પીડનો વ્યાસ ૧૫ ઇંચ અને સૌથી નાની સ્પીડનો વ્યાસ ૭ ઇંચ છે, તો વચગાળેની સ્પીડના વ્યાસો નક્કી કરો.

$$\begin{aligned} \text{સ્પીડના વ્યાસોમાં થતો સરખો વધારો} &= I = \frac{D-d}{N-1} \\ &= \frac{15-7}{5-1} = \frac{8}{4} = 2 \text{ ઇંચ} \end{aligned}$$

ત્યારે વચગાળેની સ્પીડના વ્યાસો = ૭ + ૨ = ૯";

૯ + ૨ = ૧૧"; અને ૧૧ + ૨ = ૧૩".

૯ ઇંચ, ૧૧ ઇંચ, અને ૧૩ ઇંચ

**દાખલો ૧૫**—એક કાઉન્ટર શાફ્ટને દર મીનીટે ૧૨૦ આંટાની ઝડપે ફરતી મેન અથવા લાઇન શાફ્ટ ઉપરથી ચલાવવામાં આવે છે. મેન શાફ્ટ ઉપર ૨૪ ઇંચ વ્યાસની પુલી સજ્જડ કરેલી છે, જે ઉપરથી પડાને કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપરની ૧૫ ઇંચ વ્યાસની પુલી ઉપર લઈ જવામાં આવે છે. વળી કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપર ચાર સ્પીડનો કોન બેસાડેલો છે, જેમાં મોટી સ્પીડનો વ્યાસ ૧૫ ઇંચ અને નાની સ્પીડનો વ્યાસ ૯ ઇંચ છે. કાઉન્ટર શાફ્ટના કોન ઉપરથી ગતિનું સંચારણુ મશીનને ચલાવનારી શાફ્ટ ઉપર થાય છે, જે શાફ્ટ ઉપર પણ એવોજ કોન ઉલટી દિશામાં ચાવીથી સજ્જડ કરેલો છે, તો મશીન-શાફ્ટના મળી શકતા આંટાની સઘળી સંખ્યા નક્કી કરો.

$$\text{સ્પીડના વ્યાસમાં થતો સરખો વધારો} = I = \frac{D-d}{N-1} = \frac{15-9}{4-1} = 2 \text{ ઇંચ.}$$

∴ સ્પીડના વ્યાસો = ૧૫", ૧૩", ૧૧", અને ૯".

$$\text{દર મીનીટે કાઉન્ટર શાફ્ટના આંટાની સંખ્યા} = \frac{120 \times 24}{15}$$

" = ૧૯૨ આંટા.

(૧) જે ચલાવવાની ક્રિયા કાઉન્ટર કોનની સૌથી મોટી સ્પીડ ઉપરથી મશીન શાફ્ટના કોનની સૌથી નાની સ્પીડ ઉપર કરવામાં



આવે તો ગ્રાઈવરનો વ્યાસ ૧૫" અને ફેલોઅરનો વ્યાસ ૯" છે, અને ગ્રાઈવરના આંટાની સંખ્યા દર મીનીટે ૧૯૨ છે, તો

$$૧૯૨ \times ૧૫ = NF \times ૯$$

$$\therefore NF = \frac{૧૯૨ \times ૧૫}{૯} = ૩૨૦ \text{ આંટા}$$

(૨) ઉપલી સ્પીડ પછી આવતી તેની પાસેની બીજી સ્પીડ ઉપરથી ચલાવવાની ક્રિયા કરવામાં આવે તો ગ્રાઈવરનો વ્યાસ ૧૩ ઇંચ અને ફેલોઅરનો વ્યાસ ૧૧ ઇંચ છે,

$$\therefore ૧૯૨ \times ૧૩ = NF \times ૧૧$$

$$NF = \frac{૧૯૨ \times ૧૩}{૧૧} = \frac{૨૪૯૬}{૧૧} = ૨૨૬.૯ \text{ આંટા}$$

(૩) ત્યાર પછીની બીજી સ્પીડ ઉપરથી ચલાવતાં ગ્રાઈવરનો વ્યાસ ૧૧" અને ફેલોઅરનો વ્યાસ ૧૩ ઇંચ છે.

$$\therefore ૧૯૨ \times ૧૧ = NF \times ૧૩$$

$$\therefore NF = \frac{૧૯૨ \times ૧૧}{૧૩} = ૧૬૨.૪૬ \text{ આંટા}$$

(૪) તેની પછી બીજી સ્પીડ ઉપરથી ચલાવતાં ગ્રાઈવરનો વ્યાસ ૯ ઇંચ અને ફેલોઅરનો વ્યાસ ૧૫ ઇંચ છે,

$$\therefore ૧૯૨ \times ૯ = NF \times ૧૫$$

$$\therefore NF = \frac{૧૯૨ \times ૯}{૧૫} = \frac{૫૭૬}{૫} = ૧૧૫.૨ \text{ આંટા}$$

સ્પીડ કોન્સ વડે મશીનને ચલાવવાની રચનામાં જો નીચે આપેલી ચાર સંજ્ઞામાંની કોઈપણ એક સંજ્ઞા આપવામાં આવી ન હોય તો તેને નીચે પ્રમાણેની રીતે શોધી શકાય:—

(૧) જે વેળાએ પટો ગ્રાઈવીંગ કોનની સૌથી મોટી સ્પીડ ઉપર હોય તે વેળાએ આપેલા વખતમાં મશીન-શાફ્ટ અથવા ફેલોઈંગ શાફ્ટના આંટાની સંખ્યા એટલે બીજા શાફ્ટમાં કહીએ તો સાથી ત્વરિક ગતિ.

## સ્પીડ કોન્સની સ્પીડના વ્યાસો નક્કી કરવાની રીત ૮૯

(૨) જે વેળાએ પટો ફાઈવીંગ કોનની સૌથી નાની સ્પીડ ઉપર હોય તે વેળાએ તેટલાજ વખતમાં મશીન-શાફ્ટ અથવા ફેલોઈંગ શાફ્ટના આંટાની સંખ્યા એટલે બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો સૌથી ધીમી ગતિ.

(૩) કોનની મોટી સ્પીડનો વ્યાસ, અને

(૪) કોનની નાની સ્પીડનો વ્યાસ.

ધારો કે,  $N$  = આપેલા વખતમાં મશીન-શાફ્ટની સૌથી વધુમાં

વધુ ત્વરિક ગતિ એટલે આંટાની સંખ્યા.

$n$  = તેટલાજ વખતમાં મશીન-શાફ્ટની સૌથી

ઓછામાં ઓછી ધીમી ગતિ એટલે આંટાની સંખ્યા.

$D$  = કોનની મોટી સ્પીડનો વ્યાસ.

$d$  = કોનની નાની સ્પીડનો વ્યાસ.

જ્યારે પટો ફાઈવીંગ કોનની સૌથી મોટી સ્પીડ  $D$  ઉપર અને તે વેળાએ ફેલોઈંગ કોનની સૌથી નાની સ્પીડ  $d$  ઉપર હોય, ત્યારે ફાઈવીંગ કોનના એક આંટા માટે ફેલોઈંગ કોન અથવા મશીન-શાફ્ટના આંટાની સંખ્યા  $N = \frac{D \times 1}{d} = \frac{D}{d}$

જ્યારે પટો ફાઈવીંગ કોનની સૌથી નાની સ્પીડ  $d$  ઉપર અને ફેલોઈંગ કોનની સૌથી મોટી સ્પીડ  $D$  ઉપર હોય, ત્યારે ફાઈવીંગ કોનના એક આંટા માટે ફેલોઈંગ કોન અથવા મશીન-શાફ્ટના આંટાની સંખ્યા  $n = \frac{d \times 1}{D} = \frac{d}{D}$  છે.

$$\text{ત્યારે } N : n :: \frac{D}{d} : \frac{d}{D}$$

$$\therefore \frac{Nd}{D} = \frac{nD}{d}, \text{ અથવા } Nd^2 = nD^2$$

$$\therefore N = \frac{nD^2}{d^2}, d = D \sqrt{\frac{n}{N}}$$

$$n = \frac{Nd^2}{D^2}, \text{ અને } D = d \sqrt{\frac{N}{n}}$$

**દાખલો ૧૬**—એક પાવર લેધની મેન્ડ્રીલને દર મીનીટે સૌથી વધુમાં વધુ ૩૭૫ આંટા અને સૌથી ઓછામાં ઓછા ૯૦ આંટાની અંતિમ ઝડપોએ ચલાવવાની છે. કોનની સૌથી મોટી સ્પીડનો વ્યાસ ૧૫ ઈંચ છે, તો સૌથી નાની સ્પીડનો વ્યાસ શોધો.

$$N : n :: \frac{D}{d} : \frac{d}{D}$$

$$\frac{Nd}{D} = \frac{nD}{d}$$

$$\therefore Nd^2 = nD^2$$

$$૩૭૫ \times d^2 = ૯૦ \times ૧૫ \times ૧૫$$

$$\therefore d^2 = \frac{૯૦ \times ૧૫ \times ૧૫}{૩૭૫} = ૫૪$$

$$d = \sqrt{૫૪} = ૭.૩૪ \text{ ઈંચ}$$

વયગાળેનાં ગતિનાં પ્રમાણોના એક સરખા ઘટાડા સાથે અમુક અંતિમ ગાતનાં પ્રમાણ મેળવવા માટે સ્પીડ કોનની બ્લેડની સ્પીડ અથવા સ્ટેપના વ્યાસો નક્કી કરવાની રીત:—

ધારો,  $V$  = સૌથી મોટું ગતિનું પ્રમાણ.

$V_1$  = સૌથી નાનું ગતિનું પ્રમાણ.

$N$  = સ્પીડ કોનમાં સ્પીડ અથવા સ્ટેપની સંખ્યા.

$D$  = સૌથી મોટી સ્પીડ અથવા સ્ટેપનો વ્યાસ

$d$  = સૌથી નાની સ્પીડ અથવા સ્ટેપનો વ્યાસ.

આ બે વ્યાસો  $D$  અને  $d$ માંથી માત્ર એક વ્યાસ આપેલો હોય, ત્યારે દર સ્પીડ દીઠ ગતિનાં પ્રમાણમાં થતો એક સરખો

$$\text{વધારો} = \frac{V - V_1}{N - 1}.$$

$$\text{પણ, } V \times d = D$$

$$\therefore d = \frac{D}{V}$$

અને દરેક વાચતમાં વ્યાસોનો સરવાળો =  $D + d$ .

## સ્પીડ કોન્સની સ્પીડના વ્યાસો નક્કી કરવાની રીત ૯૧

સ્પીડ કોનના વ્યાસો નક્કી કરવા માટે પરેલાં બુદ્ધાં બુદ્ધાં ગતિનાં પ્રમાણો મેળવવાં જોઈએ, અને ત્યાર પછી સૌથી મોટા અને સૌથી નાના વ્યાસોના સરવાળાને ગતિનાં પ્રમાણોનાં પ્રમાણમાં નીચે આપેલા દાખલામાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે વિભક્ત કરવો જોઈએ.

**દાખલો ૧૭**—સ્પીડ કોનની જોડી વડે ૭ : ૧ અને ૨ : ૧નાં બે અંતિમ ગતિનાં પ્રમાણ મેળવવા માટે તે સ્પીડ કોનની જોડીના વ્યાસો નક્કી કરો, અને ત્રણ વચગાળેની સ્પીડ શોધો. સૌથી નાની સ્પીડનો વ્યાસ ૫ ઇંચ છે.

આ દાખલામાં  $V = ૭$ ,  $V_૧ = ૨$ , અને  $N = ૫$  છે.

$$\begin{aligned}\therefore \text{દર સ્પીડ દીઠ ગતિનાં પ્રમાણમાં થતો વધારો} &= \frac{V - V_૧}{N - ૧} \\ &= \frac{૭ - ૨}{૫ - ૧} = \frac{૫}{૪} \\ &= ૧\frac{૧}{૪}\end{aligned}$$

$\therefore$  ગતિનાં પ્રમાણો = ૨ : ૧, ૩ $\frac{૧}{૪}$  : ૧, ૪ $\frac{૧}{૪}$  : ૧, ૫ $\frac{૧}{૪}$  : ૧, અને ૭ : ૧.

સૌથી નાની સ્પીડનો વ્યાસ ૫ ઇંચ છે, અને સૌથી મોટું ગતિનું પ્રમાણ ૭ : ૧ છે.

$$\begin{aligned}\therefore D &= V \times d \\ &= ૭ \times ૫ \\ &= ૩૫ \text{ ઇંચ.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{સૌથી મોટી અને સૌથી નાની સ્પીડના વ્યાસોનો સરવાળો} &= D + d \\ &= ૩૫ + ૫ \\ &= ૪૦ \text{ ઇંચ.}\end{aligned}$$

આ વ્યાસોના સરવાળા ૪૦ ઇંચને બાકી રહેલાં ગતિનાં પ્રમાણો, જેવાં કે—૨ : ૧, ૩ $\frac{૧}{૪}$  : ૧, ૪ $\frac{૧}{૪}$  : ૧, અને ૫ $\frac{૧}{૪}$  : ૧નાં પ્રમાણમાં વિભક્ત કરવાનો છે.

(૧) ૨ : ૧નાં ગતિનાં પ્રમાણ માટેની સામ સામેની સ્પીડના વ્યાસો શોધવા માટે—

$$૨ + ૧ = ૩$$

૩ : ૨ :: ૪૦ : હેડ સ્ટોકના કોનની સ્પીડનો વ્યાસ.

$$\therefore \text{હેડ સ્ટોકના કોનની સ્પીડનો વ્યાસ} = \frac{૨ \times ૪૦}{૩} = ૨૬\frac{૨}{૩} \text{ ઇંચ.}$$

૩ : ૧ :: ૪૦ : કાઉન્ટર શાફ્ટના કોનની સ્પીડનો વ્યાસ.

$$\therefore \text{કાઉન્ટર શાફ્ટના કોનની સ્પીડનો વ્યાસ} = \frac{૧ \times ૪૦}{૩} = ૧૩\frac{૧}{૩} \text{ ઇંચ.}$$

(૨) ૩ઠ્ઠ : ૧ એટલે ૧૩ : ૪નાં ગતિનાં પ્રમાણ માટે સામ સામેની સ્પીડના વ્યાસો શોધવા માટે—

$$૧૩ + ૪ = ૧૭$$

$$\text{હેડ સ્ટોકના કોનની સ્પીડનો વ્યાસ} = \frac{૧૩ \times ૪૦}{૧૭} = ૩૦\frac{૧૦}{૧૭} \text{ ઇંચ}$$

$$\text{કાઉન્ટર શાફ્ટના કોનની સ્પીડનો વ્યાસ} = \frac{૪ \times ૪૦}{૧૭} = ૯\frac{૭}{૧૭} \text{ ઇંચ}$$

(૩) ૪ઠ્ઠ : ૧ એટલે ૯ : ૨નાં ગતિનાં પ્રમાણ માટે સામ સામેની સ્પીડના વ્યાસો શોધવા માટે—

$$૯ + ૨ = ૧૧$$

$$\text{હેડ સ્ટોકના કોનની સ્પીડનો વ્યાસ} = \frac{૯ \times ૪૦}{૧૧} = ૩૨\frac{૮}{૧૧} \text{ ઇંચ}$$

$$\text{કાઉન્ટર શાફ્ટના કોનની સ્પીડનો વ્યાસ} = \frac{૨ \times ૪૦}{૧૧} = ૭\frac{૩}{૧૧} \text{ ઇંચ}$$

(૪) ૫ઠ્ઠ : ૧ એટલે ૨૩ : ૪નાં ગતિનાં પ્રમાણ માટે સામ સામેની સ્પીડના વ્યાસો શોધવા માટે—

$$૨૩ + ૪ = ૨૭$$

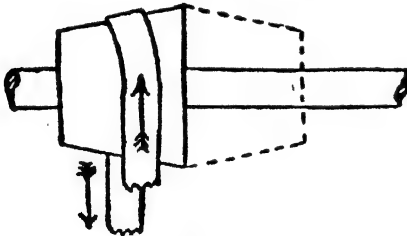
$$\text{હેડ સ્ટોકના કોનની સ્પીડનો વ્યાસ} = \frac{૨૩ \times ૪૦}{૨૭} = ૩૪\frac{૨}{૨૭} \text{ ઇંચ}$$

$$\text{કાઉન્ટર શાફ્ટના કોનની સ્પીડનો વ્યાસ} = \frac{૪ \times ૪૦}{૨૭} = \underline{૫૩\frac{૫}{૭}} \text{ ઇંચ}$$

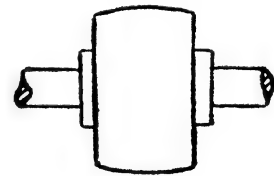
જવાબો:—

કાઉન્ટર શાફ્ટના સ્પીડ કોનની સ્પીડના વ્યાસો = ૫, ૫૩ $\frac{૫}{૭}$ , ૭૬ $\frac{૬}{૭}$ , ૯૬ $\frac{૬}{૭}$ , ૧૩૩ $\frac{૬}{૭}$  ઇંચ, અને હેડ સ્ટોકના સ્પીડ કોનની સ્પીડના વ્યાસો અનુક્રમે = ૩૫, ૩૪ $\frac{૨}{૭}$ , ૩૨ $\frac{૬}{૭}$ , ૩૦ $\frac{૧}{૭}$ , ૨૬ $\frac{૬}{૭}$  ઇંચ.

**પુલીની રીમના આકાર**—ચપટા પટા માટે પુલીની રીમ તેનાં છેદચિત્ર (cross section)ની બહારની બાજુ ઉપર સીધી અથવા બાલ્બગોળ હોય છે. સાદી નજરે એમ માલમ પડશે કે પટો રીમની બહારની બાલ્બગોળ સપાટી ઉપર રહે તેનાં કરતાં સીધી સપાટી ઉપર વધુ સારી રીતે રહી શકે; અને વળી જો રીમની બહારની બાજુ અંતર ગોળ હોય તે હજી પટો પડી જવાની સામે વધુ મજબુતીથી રીમ ઉપર રહી શકે. પણ પ્રયોગ ઉપરથી માલમ પડે છે કે ચપટો પટો પુલીના સૌથી મોટા વ્યાસ ઉપર દોડવાનું વલણ કરે છે. આકૃતિ ૨૨માં એક શંકુ આકારની (કોનીકલ conical) પુલી લઈએ તો માલમ પડશે કે પટો પુલીની ફેસ ઉપર ખુણો કરે છે, અને પટાનો દરેક ભાગ જો પુલી ઉપરથી પસાર થાય છે તે



આકૃતિ ૨૨

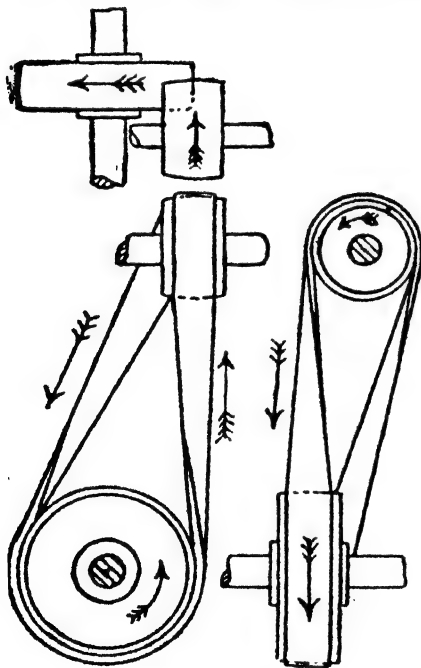


આકૃતિ ૨૩

તેની આગળ ગયલા ભાગ કરતાં પુલીના મોટા વ્યાસની વધારે નજદીક છે. પણ પટો એક વાર પુલી સાથે સંબંધમાં આવે કે પછી બ્યાંસુધી તે બીજી બાજુએ છુટો થાય ત્યાંસુધી સરડ્યા વિના તેની સાથે સંબંધમાં રહે છે. તેટલા માટે પરિણામ એ આવે છે કે છેવટે

પટો સૌથી ઉંચા લાગ તરફ પહોંચે છે, અને તે ઉપરથી પડી જતો અટકાવવા માટે એવીજ જાતની બીજી શંકુ આકારની (કોનીકલ) પુલી આકૃતિમાં અંકિત લીટી વડે દેખાડ્યા પ્રમાણે તેમના પાયા સાથે પાયા અથડાવી મુકવામાં આવે છે. આ ઉપરથી પુલીની રીમ ઉપર જે બાહ્યગોળ આકાર જોવામાં આવે છે તેનું કારણ મળે છે. આ આકારની રીમવાળી પુલી આકૃતિ ૨૩માં દેખાડી છે. ઉંચ વેગ માટે રીમની પહોળાઈના દર એક કુટ દીઠ આશરે  $\frac{1}{4}$  ઇંચથી વધુ ઇંચ, અને ધીમા વેગ માટે દરેક કુટ દીઠ  $\frac{1}{8}$  ઇંચની ગોળાઈ રાખવામાં આવે છે.

**અસમાંતર શાફ્ટોને પટા વડે ચલાવવાની રીત**—જ્યારે ધરીઓ એકજ ક્ષેત્ર (plane)માં ન હાય ત્યારે એક શાફ્ટ ઉપરથી



આકૃતિ ૨૪

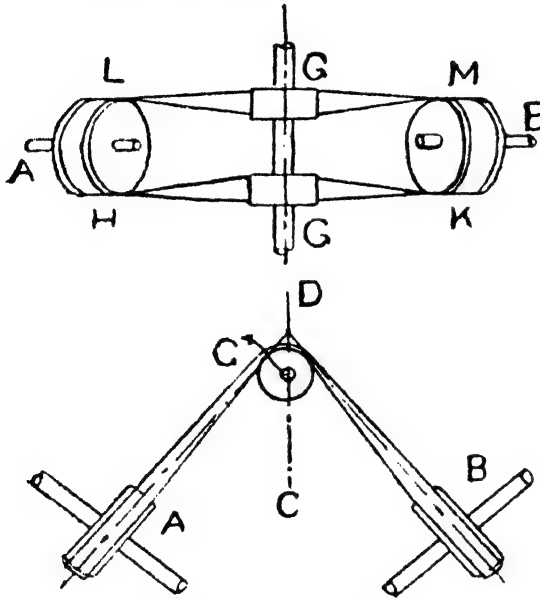
૨૪માં બતાવ્યો છે. એમાં બે શાફ્ટોની મધ્યરેખા (axis) એક બીજીને

બીજી શાફ્ટને પટા અને બે પુલીઓ વડે ચલાવી શકાય. દરેક શાફ્ટ ઉપર એક પુલી બેસાડવામાં આવે છે, અને તે પુલીઓને એવી રીતે ગોઠવવામાં આવે છે કે એક પુલી ઉપરથી પટો તેની પહોળાઈનાં જે મધ્યબિંદુએથી નીકળે અથવા બહાર પડે તે બિંદુ બીજી પુલીની પહોળાઈનાં મધ્યમાંથી પસાર થતાં ક્ષેત્રમાં આવવું જોઈએ. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો પટાના દરેક સીધા ભાગની મધ્યરેખા જે પુલી તરફ પટો દોડે છે તે પુલીનાં મધ્યમાંથી પસાર થતાં ક્ષેત્રમાં જ હોવી જોઈએ. એને લગતો એક ઉદાહરણ આકૃતિ

## અસમાંતર શાફ્ટોને પટા વડે ચલાવવાની રીત ૯૫

કાટખુણું છે, પણ એકજ ક્ષેત્રમાં નથી. એમાં પટાને પા આંટો (quarter twist) આપવામાં આવે છે. ન્યારે ગતિ એકજ દિશામાં હોય ત્યારેજ ઉપર વર્ણવેલી રચનાનો ઉપયોગ કરી શકાય છે, પણ જો ગતિની દિશા ઉલટાવવામાં આવે તો પટો પુલી ઉપરથી સરી જશે.

ન્યારે એક પુલી ઉપરથી સીધી (પાધરી direct) બીજી

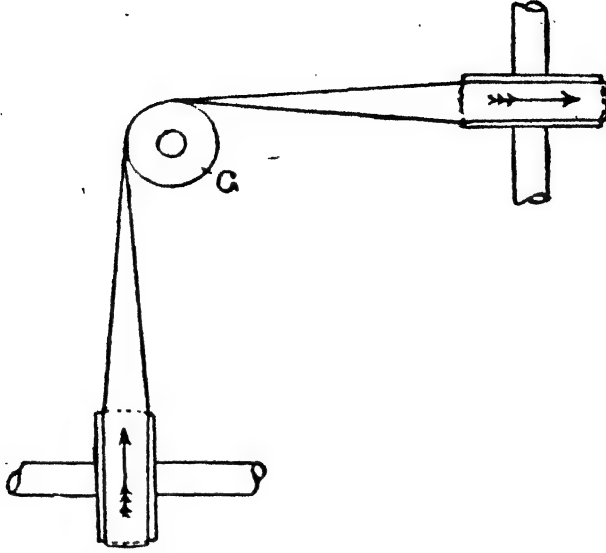


આકૃતિ ૨૫

પુલીને ચલાવવા માટે અસમાંતર શાફ્ટો ઉપર પુલીઓને ગોઠવવાનું અશક્ય અથવા સગવડ ભર્યું ન હોય ત્યારે એક અથવા વધુ ગાઈડ પુલીઓ (guide pulleys) એટલે માર્ગદર્શક પુલીઓ વાપરી શકાય. ગાઈડ પુલીઓ એવી રીતે મુકવી જોઈએ કે જેથી પટાના સંઘર્ષ સીધા ભાગે આગળ વર્ણવેલી સ્થિતિને

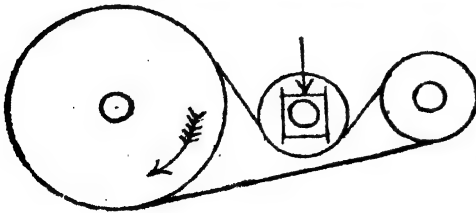
આધિન રહે. આ રચના આકૃતિ ૨૫માં બતાવી છે. એમાં બે પુલીઓ A અને Bને અસમાંતર શાફ્ટો ઉપર બેસાડેલી છે, જે પુલીઓનાં મધ્યનાં ક્ષેત્રો એક બીજાને C D લીટીમાં છેદે છે. ત્યારે ગાઈડ પુલીઓ GG એવી રીતે ગોઠવવી જોઈએ કે તેમની રીમો પ્લાનમાં દેખાડેલાં પુલીઓ A અને Bનાં મધ્યનાં ક્ષેત્રો GAG અને GBGને સ્પર્શ રેખા રૂપ (tangent) આવે, અને એલીવેશનમાં દેખાડેલાં તેમનાં મધ્યનાં ક્ષેત્રો HGK અને LGM પુલીઓ A અને Bની રીમોને સ્પર્શ રેખા રૂપ આવે. આ રચનામાં પટાને બંને દિશામાં ચલાવી શકાય છે.





આકૃતિ ૨૬

ગાંધડ પુલીઓના ઉપયોગની ખીજ રચના આકૃતિ ૨૬માં બતાવી છે. ટાઈટનીંગ પુલી અથવા જોકી પુલી—એ પુલીઓ ઉપરથી પસાર થતા પટાને તેની ઢીલી બાજુ (એટલે ગ્રાઈવીંગ પુલી ઉપરથી ફેલોઈંગ પુલી તરફ જતો પટાનો ભાગ) ઉપર એક ત્રીજી પુલી મુકી ટાઈટ કરી શકાય કે જેમ આકૃતિ ૨૭માં બતાવ્યું છે. આ ત્રીજી પુલીને “સ્ટ્રેનીંગ પુલી” અથવા “ટાઈટનીંગ પુલી”, અથવા “જોકી પુલી” (Straining, or tightening, or jockey pulley) કહેવામાં આવે છે. આ જોકી પુલીની શાફ્ટ જે બેરીંગમાં ફરે

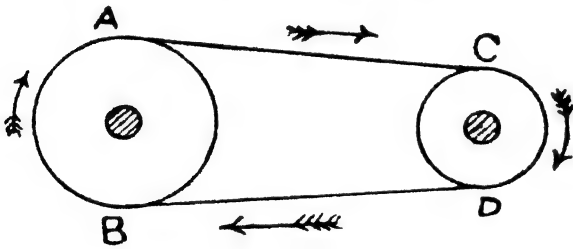


આકૃતિ ૨૭

છે તે બેરીંગ ઉપર પટા ઉપર પુલીને દબાવવા માટે એક વજન મુકવામાં આવે છે, અથવા એક એડજસ્ટીંગ (ગાંધવી શકાય એવા) સ્ક્રુની મદદ વડે ઇચ્છિત દબાણ મેળવી શકાય છે. ન્યારે બે

પુલીઓના વ્યાસો વચ્ચે ઘણો મોટો તફાવત હોય અને તેઓ અંકેકથી ઘણી નજદીકમાં મુકેલી હોય ત્યારે તે પુલીઓ વચ્ચે એક નેકી પુલી વાપરીને નાની પુલી ઉપરના પટાના લાગ (contact) નું આર્ક વધારવામાં આવે છે, જેથી પટા પુલી ઉપરથી ઉતરી જતો અટકે છે. એકજ ટ્રોલી (trolley) ઉપર બેસાડેલાં ઓઈલ એન્જન વડે કોઈપણ મશીનને ચલાવનારા પોર્ટેબલ (એક જગ્યાએથી બીજી જગ્યાએ લઈ જઈ શકાય એવા) સેટમાં જ્યાં એન્જનની અને મશીનની પુલીઓ વચ્ચેનું અંતર ઘણું નાનું હોય છે અને બન્ને પુલીઓના વ્યાસો વચ્ચેનો તફાવત ઘણો મોટો હોય છે ત્યાં પટાને પુલી ઉપરથી ઉતરી જતો અટકાવવા માટે વારંવાર “જોડી પુલી” વપરાય છે.

પટા વડે સંચારણ થતી શક્તિ અથવા પાવર—જ્યારે એક પુલી AB ઉપરથી બીજી પુલી BD ઉપર એક પટા વડે પાવર (શક્તિ) નું સંચારણ કરવામાં આવે છે, અને ગતિ આકૃતિ ૨૮માં દેખાડ્યા પ્રમાણે તીરની દિશામાં હોય ત્યારે પટાના BD લાગમાંનું



આકૃતિ ૨૮

ખેંચાય છે જેથી કરીને તેનું તાણ વધે છે, એથી ઉલટું AC બાજુ ઉપરનું તાણ ઘટે છે. પટાના લાગ BDને પટાની ટાઈટ સાઈડ (ટાઈટ બાજુ), અને લાગ ACને પટાની સ્લેક સાઈડ (લીલી બાજુ) કહેવામાં આવે છે. ટાઈટ બાજુમાંનાં તાણમાંથી લીલી બાજુમાંનાં તાણને બાદ કરવાથી પટા ઉપરનું કાર્યસાધક તાણ એટલે પુલી CDની

તાણ અથવા ખેંચાણ (tension) AC લાગ માંનાં તાણ અથવા ખેંચાણ કરતાં વધુ હોય છે. જ્યારે ચલાવવાની ક્રિયા શરૂ થાય છે ત્યારે ચલાવનારી બાજુ BD

રીમ આગળ મળતું ચલાવનાર જોર મળે છે. પંટાને તેની ફાઇવીંગ અથવા ટાઇટ બાજુ ઉપર આવતાં સૌથી વધુ તાણ સામે ટકી શકે એટલો બળવાન બનાવવો જોઈએ. જો કામ સંતોષકારક મેળવતું હોય તો ઢીલી બાજુ AC ઉપરનું ખેંચાણ એટલું પુરતું હોવું જોઈએ કે પટો બેમાંની કોઈ પણ એક પુલી ઉપર સરી શકે નહીં.

ધારોકે,  $T =$  સૌથી વધુમાં વધુ તાણ એટલે ટાઇટ બાજુ ઉપરનું તાણ પૌંડમાં.

$T_2 =$  સૌથી ઓછામાં ઓછું તાણ એટલે ઢીલી બાજુ ઉપરનું તાણ પૌંડમાં.

$P =$  શક્તિનું સંચારણ કરવા માટે મળી શકતું ચલાવનાર જોર પૌંડમાં.

અને  $V =$  દર મીનીટે પટાની ગતિ અથવા ઝડપ ફુટમાં.

ત્યારે  $T_1 - T_2 = P$ .

$P \times V =$  દર મીનીટે થતું કામ ફુટ-પૌંડમાં.

$$= (T_1 - T_2) V.$$

$$\text{અને H. P.} = \frac{P \times V}{33000} = \frac{(T_1 - T_2) V}{33000}$$

દાખલો ૧૮—પટાની ટાઇટ બાજુ ઉપરનું તાણ અથવા ખેંચાણ ૨૭૫ પૌંડ છે, અને ઢીલી બાજુ ઉપરનું તાણ ૧૩૦ પૌંડ છે. પટાની ઝડપ દર મીનીટે ૭૨૫ ફુટ છે, તો એક મીનીટમાં પટા વડે થતું કામ શોધો, અને હોર્સપાવર શોધો.

$$P = T_1 - T_2 = ૨૭૫ - ૧૩૦ \\ = ૧૪૫ \text{ પૌંડ.}$$

એક મીનીટમાં થતું કામ  $= P \times V$

$$= ૧૪૫ \times ૭૨૫ = ૧૦૫૧૨૫ \text{ ફુટ-પૌંડ.}$$

$$\text{H. P.} = \frac{P \times V}{33000} = \frac{૧૦૫૧૨૫}{33000} = \underline{૩.૧૮}$$

દાખલો ૧૯—એક પટા દર મીનીટે ૨૦૦૦ ફુટની ઝડપે ફરી ૧૦ H. P.નું સંચારણ કરે છે, તો તે પટાની ટાઈટ અને ઢીલી બાજુ ઉપરનાં તાણો વચ્ચેનો તફાવત શોધો.

$$P = T_1 - T_2$$

$$P \times V = H. P. \times 33000$$

$$P \times 2000 = 10 \times 33000$$

$$P = \frac{10 \times 33000}{2000}$$

$$= 165 \text{ પૌંડ.}$$

દાખલો ૨૦—એક પટા ૪ ફુટ વ્યાસની એક પુલીને દર મીનીટે ૧૦૦ આંટાની ઝડપે ચલાવે છે અને ૩ ફી હોર્સપાવરનું સંચારણ કરે છે. જો પટાની ટાઈટ બાજુ ઉપરનું તાણ ઢીલી બાજુ ઉપરનાં તાણથી બમણું હોય તો પટાની બન્ને બાજુ ઉપરનાં તાણો શોધો.

પુલીના એક આંટામાં પટાની ઝડપ = પુલીનો પરિઘ

$$= 4 \times 3.1416 \text{ ફુટ}$$

$$\therefore \text{એક મીનીટમાં પટાની ઝડપ} = V = 4 \times 3.1416 \times 100$$

$$P \times V = H. P. \times 33000$$

$$P \times 4 \times 3.1416 \times 100 = 3.4 \times 33000$$

$$\therefore P = \frac{3.4 \times 33000}{4 \times 3.1416 \times 100}$$

$$= 89.89 \text{ પૌંડ.}$$

$$T_1 = 2T_2, \text{ અને } P = T_1 - T_2$$

$$\therefore P = 2T_2 - T_2 = T_2$$

$$\therefore T_2 = P = 89.89 \text{ પૌંડ}$$

$$\text{અને } T_1 = 2T_2 = 2 \times 89.89$$

$$= 179.78 \text{ પૌંડ.}$$

દાખલો ૨૧—એક પટાની ટાઈટ અને ઢીલી બાજુનાં તાણ વચ્ચેનું પ્રમાણ ૧.૭૫ : ૧ છે. પટા ઉપર સલામતી સાથે કાર્ય કરી

એક એટલું તાણ પટાની દર ઈંચ પહોળાઈ દીઠ ૧૪૦ પૌંડ છે. તે પટા ૩૦ ઈંચ વ્યાસની એક પુલીને દર મીનીટ ૨૪૦ આંટાની ઝડપે ચલાવે છે, તો ૧૫ હોર્સપાવરનું સંચારણ કરવા માટે પટાની પહોળાઈ કેટલી રાખવી જોઈશે ?

$$\text{પુલીના એક આંટામાં પટાની ઝડપ} = \frac{30}{2} \times 3.1416$$

$$\begin{aligned} \text{એક મીનીટમાં પટાની ઝડપ} = V &= \frac{30}{2} \times 3.1416 \times 240 \\ &= \underline{1117.04 \text{ ફુટ}} \end{aligned}$$

$$P \times V = H. P. \times 33000$$

$$P \times 1117.04 = 15 \times 33000$$

$$\therefore P = \frac{15 \times 33000}{1117.04} = \underline{253.1 \text{ પૌંડ}}$$

$$T_1 : T_2 :: 1.75 : 1$$

$$\text{અથવા, } \frac{T_1}{T_2} = \frac{1.75}{1} = \frac{7}{4}$$

$$\text{એટલે, } 4T_1 = 7T_2$$

$$\therefore T_2 = \frac{4T_1}{7}$$

$$\begin{aligned} P &= T_1 - T_2 \\ &= T_1 - \frac{4T_1}{7} \end{aligned}$$

$$253.1 = T_1 - \frac{4T_1}{7}$$

$$253.1 = \frac{3T_1}{7}$$

$$\therefore 253.1 \times 7 = 3T_1$$

$$\therefore T_1 = \frac{253.1 \times 7}{3} = 593.6 \text{ પૌંડ}$$

$$\text{પટાની પહોળાઈ} = \frac{593.6}{140} = \underline{4.24 \text{ ઈંચ}}$$

**દાખલો ૨૨**—એક પટા ૬ ઇંચ પહોળો અને  $\frac{3}{4}$  ઇંચ જડો છે, અને તેની ટાઈટ બાબુ ઉપરનું તાણ ઢીલી બાબુનાં તાણથી ૧૦૮ ગણું છે. જો પટાનાં છેદ ચિત્ર (સેક્શન)ના દર ચોરસ ઇંચ દીઠ ૩૬૦ પૌંડનું સ્ટ્રેસ (stress) રાખવાની છુટ આપેલી હોય તો તે પટા દર સેકન્ડે ૩૦ ફુટની ઝડપે દોડી કેટલા હોર્સપાવરનું સંચારણ કરશે ?

પટાનાં છેદચિત્રનું ક્ષેત્રફળ =  $૬ \times \frac{૩}{૪} = ૧.૫$  ચો. ઇંચ.

પટા ઉપરનું કુલ સ્ટ્રેસ =  $૧.૫ \times ૩૬૦$

$$= ૫૪૦ \text{ પૌંડ} = T_1$$

$$T_1 : T_2 :: ૧૦૮ : ૧$$

$$:: ૧૮ : ૧૦$$

$$૧૦T_1 = ૧૮T_2$$

$$T_2 = \frac{૧૦T_1}{૧૮}$$

$$= \frac{૧૦ \times ૫૪૦}{૧૮} = ૩૦૦ \text{ પૌંડ.}$$

$$\text{અથવા, } T_1 : T_2 :: ૧૦૮ : ૧$$

$$૫૪૦ : T_2 :: ૧૦૮ : ૧$$

$$૫૪૦ \times ૧ = T_2 \times ૧૦૮$$

$$\therefore T_2 = \frac{૫૪૦ \times ૧}{૧૦૮} = ૩૦૦ \text{ પૌંડ.}$$

$$P = T_1 - T_2 = ૫૪૦ - ૩૦૦$$

$$= ૨૪૦ \text{ પૌંડ.}$$

$$\text{H. P.} = \frac{P \times V}{૩૩૦૦૦} = \frac{૨૪૦ \times ૩૦ \times ૬૦}{૩૩૦૦૦} = \underline{૧૩.૦૯}$$

**દાખલો ૨૩**—એક પટાને દર મીનીટે ૧૦૦૦ આંટાની ઝડપે ફરતી એક શાફ્ટ ઉપરથી ૧૮૦ આંટાની ઝડપે દોડતી બીજી શાફ્ટ ઉપર ૫ હોર્સ પાવરનું સંચારણ કરવાનું છે. મોટી પુલીનો વ્યાસ ૩

કુટ હોય, અને પટાની ઢીલી બાજુ ઉપરનું તાણ ટાઈટ બાજુ ઉપરનાં તાણનું ૦.૬ હોય તો પટા ઉપરનાં તાણો અથવા જોરો (stresses) શોધો.

એક મીનીટમાં પુલી ઉપર ફરતા પટાની ઝડપ = નાની પુલીનો પરિઘ  $\times$  દર મીનીટે નાની પુલીના આંટાની સંખ્યા, અથવા, મોટી પુલીનો પરિઘ  $\times$  દર મીનીટે મોટી પુલીના આંટાની સંખ્યા.

$\therefore$  એક મીનીટમાં પટાની ઝડપ =  $V = 3 \times 3.1416 \times 100$  ફુટ.

$$P \times V = H. P. \times 33000$$

$$P \times 3 \times 3.1416 \times 100 = 4 \times 33000$$

$$\therefore P = \frac{4 \times 33000}{3 \times 3.1416 \times 100}$$

$$= 174 \text{ પૌંડ}$$

$$T_1 : T_2 :: 1 : 0.6$$

$$:: 10 : 6$$

$$P = T_1 - T_2$$

$$= 10 - 6 = 4$$

$$\frac{P}{4} : \frac{P}{174} :: 10$$

$$4 : 174 :: 10$$

$$\therefore T_1 = \frac{174 \times 10}{4} = \underline{435 \text{ પૌંડ.}}$$

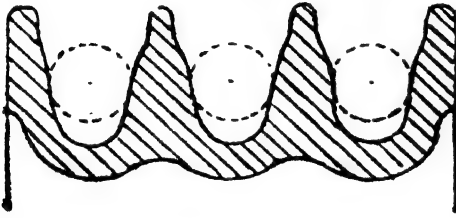
$$\frac{P}{4} : \frac{P}{174} :: 6$$

$$4 : 174 :: 6$$

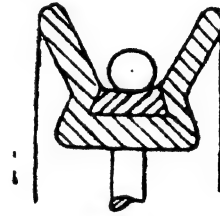
$$T_2 = \frac{174 \times 6}{4} = \underline{261 \text{ પૌંડ}}$$

**રોપ ગીઅરીંગ (Rope Gearing)**—એક શાફ્ટ ઉપરથી બીજી શાફ્ટ ઉપર ગતિનું સંચારણુ પુલીઓ અને દોરડાં વડે કરવામાં આવે છે ત્યારે તે રીતને “રોપ ગીઅરીંગ” અથવા “રોપ

ફાઈવીંગ” કહે છે. જ્યારે સણ અથવા સુતરનાં દોરડાં વડે શક્તિનું સંચારણ કરવાનું હોય ત્યારે તે માટેની પુલીઓની રીમ આકૃતિ ૨૯માં દેખાડ્યા પ્રમાણે V આકારના ઝુવ એટલે ગાળાવાળી બનાવવામાં આવે છે. Vનો ખુણો ધણું કરીને લગભગ ૪૫°નો હોય છે. દોરડું ઝુવનાં તળીયાં ઉપર ટેકવાતું નથી, પણ માત્ર તેની બાબુઓ ઉપર ટેકવાય છે, જેથી દોરડું ફાયરની માફક ખેસતું હોવાથી બાબુઓ સાથે પકડાય છે તેથી સ્લીપીંગ (સરી જતું) ધણુંજ ઓછું થાય છે. રોપ ગીઅરીંગમાં પુલીનો વ્યાસ દોરડાંના વ્યાસના ૩૦ ગણા કરતાં કદી પણ ઓછો હોવો જોઈએ નહિ, નહિ તો દોરડાં ઉપર જે વળવાનું



આકૃતિ ૨૯



આકૃતિ ૩૦

કાર્ય થાય છે તેને લીધે તેને નુકશાન થવાનો સંભવ છે.

તારનાં દોરડાં (wire rope) માટે આકૃતિ ૩૦માં દેખાડ્યા પ્રમાણેના આકારની રીમ બનાવવામાં આવે છે, જેથી ઝુવનાં તળીયાં ઉપર દોરડું ટેકવાય છે, અને દોરડાં ઉપર કાર્ય કરતાં દબાણને લીધે તેને નુકશાન થતું નથી. ગાળાનાં તળીયાંને ધાતુ કરતાં કોઈ નરમ પદાર્થ, જેવા કે, ચામડાં અથવા લાકડાં વડે પડ કરી લીધાથી દોરડાં ઉપરનો ધક્કારો ઓછો થાય છે. ચામડાં અથવા લાકડાંની પેકીંગના ટુંકા લંબાઈના ટુકડાઓને રીમની એક બાબુમાં રાખેલા ખાંચામાંથી અંદર ખેસાડવામાં આવે છે, અને તે ખાંચો પાછળથી પુરી લેવામાં આવે છે, અને પછી પેકીંગને જોડતા આકારે પુલીને લેધ ઉપર ચઢાવી ટર્ન કરી લેવામાં આવે છે.

**ચેન ગીઅરીંગ (chain gearing)**—જ્યારે એક શાફ્ટ ઉપરથી બીજી શાફ્ટ ઉપર ગતિનું સંચારણ સાંકળ વડે કરવામાં આવે



છે ત્યારે તે રીતને “ચેન ગીઅરીંગ” અથવા “ચેન ડ્રાઈવીંગ” કહે છે. ચેન ગીઅરીંગ સ્ટીમ એન્જીનમાં વારંવાર કેંક શાફ્ટ ઉપરથી ગવર્નર શાફ્ટ ને ગતિ આપવા માટે તથા બાઈસીકલ, મોટરકાર, વિગેરેમાં એક શાફ્ટ ઉપરથી બીજી શાફ્ટ ઉપર ગતિનું સંચારણ કરવા માટે વપરાય છે.

### એકસર્સાઈઝ ૪થી

૧. ૨૪ ઈંચ વ્યાસની એક પુલી ઉપરથી ૯ ઈંચ વ્યાસની બીજી પુલી ઉપર પટા વડે ગતિનું સંચારણ કરવામાં આવે છે. જો ડ્રાઈવીંગ પુલી એક મીનીટમાં ૧૨૦ આંટા ફરે તો ફોલોઇંગ પુલી તેટલાજ વખતમાં કેટલા આંટા ફરશે ?

૨. ડ્રાઈવીંગ પુલીનો વ્યાસ ૨૦ ઈંચ, અને તેના દર મીનીટે આંટાની સંખ્યા ૯૦ છે. જો ફોલોઇંગ પુલીને દર મીનીટે ૨૪૦ આંટાની ઝડપે ફેરવવી હોય તો તેનો વ્યાસ કેટલો જોઈશે ?

૩. ૩૬ ઈંચ વ્યાસની એક પુલી પટા વડે ૧૫ ઈંચ વ્યાસની બીજી પુલીને દર મીનીટે ૨૮૦ આંટાની ઝડપે ચલાવે છે, તો ડ્રાઈવીંગ પુલી દર મીનીટે કેટલા આંટાની ઝડપે ફરતી હશે ?

૪. દર મીનીટે ૧૪૦ આંટાની ઝડપે ફરતી એક પુલી વડે ૧૨ ઈંચ વ્યાસની બીજી પુલીને તેટલાજ વખતમાં ૩૨૦ આંટાની ઝડપે ફેરવવામાં આવે છે, તો ડ્રાઈવીંગ પુલીનો વ્યાસ શોધો.

૫. એક પુલી જેનો વ્યાસ ૪૦ ઈંચ છે તે ૨૧ ઈંચ વ્યાસની બીજી પુલીને પટા વડે દર મીનીટે ૨૯૦ આંટાની ઝડપે ચલાવે છે, તો પટાની ગતિ અથવા ઝડપ દર સેકન્ડે કેટલા ફુટ હશે, અને વળી એક મીનીટમાં ડ્રાઈવીંગ પુલીના આંટાની સંખ્યા કેટલી હશે ?

૬. એક પુલી જે દર મીનીટે ૧૩૦ આંટાની ઝડપે ફરી ૧૪ ઈંચ વ્યાસની બીજી પુલીને પટા વડે ચલાવે છે. જો પટાની ઝડપ દર મીનીટે ૮૮૦ ફુટ હોય તો ફોલોઇંગ વ્યાસ શોધો, અને ફોલોઅરના એક મીનીટમાં આંટાની સંખ્યા શોધો.

૭. બે પુલીઓ જેમને પટા વડે જોડેલી છે તેમના વ્યાસો અનુક્રમે ૩૦ ઇંચ અને ૧૬ ઇંચ છે, અને દર મીનીટે તેમના આંટાની સંખ્યાનો સરવાળો ૨૬૦ છે, તો દર મીનીટે દરેક પુલીના આંટાની સંખ્યા શોધો.

૮. એક પુલી જે દર મીનીટે ૨૫૦ આંટાની ઝડપે ફરી બીજી પુલીને પટા વડે તેટલાજ વખતમાં ૭૫ આંટાની ઝડપે ફેરવે છે. બન્ને પુલીઓના વ્યાસોનો સરવાળો ૪૨ ઇંચ છે, તો તે પુલીઓના વ્યાસો શોધો.

૯. ઓઈલ એન્જીન સાથના એક પોર્ટબલ પમ્પીંગ સેટમાં એન્જીનના આંટાની સંખ્યા દર મીનીટે ૪૫૦ છે. એન્જીનની ક્રેક શાફ્ટ ઉપર ૩૬ ઇંચ વ્યાસની પુલી બેસાડેલી છે જે ઉપરથી પટા સેન્ટ્રીફ્યુગલ પમ્પ ઉપર બેસાડેલી પુલી ઉપર સીધો જાય છે. સેન્ટ્રીફ્યુગલ પમ્પને દર મીનીટે ૧૮૦૦ આંટાની ઝડપે ફેરવવાનો છે. જો પટાનો સ્લીપ ૬ ટકા હોય તો પમ્પ ઉપર કેટલા ઇંચ વ્યાસની પુલી બેસાડવી જોઈશે ?

૧૦. એક એન્જીન ઉપરથી પટાની મદદ વડે એક ઇલેક્ટ્રીક ડાયનામો ચલાવવામાં આવે છે. જ્યારે એન્જીન દર મીનીટે ૧૧૦ આંટા ફેરવે છે ત્યારે ડાયનામો દર મીનીટે ૩૬૦ આંટા ફરતો માલમ પડ્યો, પણ તે વખતે ઇલેક્ટ્રીક લાઈટ ઓછી રોશની આપતી જણાઈ. પણ લાઈટ તેના પુરતા કેન્ડલ પાવરે રોશની આપે એમ કરવા માટે ડાયનામોને દર મીનીટે ૪૫૦ આંટાની ઝડપે ચલાવવાનો છે, તો એન્જીનને દર મીનીટે કેટલા આંટાની ઝડપે ચલાવવું જોઈશે ?

૧૧. બે પુલીઓને પટા વડે જોડેલી છે અને તેમના વ્યાસો વચ્ચેનો તફાવત ૧૬ ઇંચ છે. એક પુલી દર મીનીટે ૯૦ આંટા ફેરવે છે, અને બીજી પુલી તેટલાજ વખતમાં ૨૪૦ આંટા ફેરવે છે, તો દરેક પુલીના વ્યાસો શોધો.

૧૨. બે પુલીઓ, જેમાંની એક પુલી બીજીને પટાની મદદ વડે ચલાવે છે તેમની ત્રિજ્યાનું પ્રમાણ ૩:૭ છે, અને તેમના વ્યાસો

વચ્ચેનો તફાવત ૨૪ ઇંચ છે. દર મીનીટે તેમના આંટાની સંખ્યાનો સરવાળો ૪૦૦ છે, તો દરેક પુલીના વ્યાસ અને દર મીનીટે આંટાની સંખ્યા શોધો.

૧૩. એક ડ્રાઇવિંગ શાફ્ટ ને ૭૫ ૦ ઇંચ વ્યાસની એક પુલી ખેસાડેલી છે તે દર મીનીટે ૨૫૦ આંટા ફરે છે. આ પુલી ઉપરથી એક ગ્રાઇન્ડરને પટા વડે ચલાવવામાં આવે છે. ગ્રાઇન્ડર ઉપરની પુલીનો વ્યાસ ૪ ઇંચ છે. જો પટાનો સ્લીપ ૮ ટકા હોય તો ગ્રાઇન્ડર દર મીનીટે કેટલા આંટાની ઝડપે ફરશે? જો પટા વડે ૨ હોર્સપાવરનું સંચારણ કરવામાં આવતું હોય તો તે ઉપર કાર્ય-સાધક ચલાવનારું ખેંચાણ કેટલું આવશે?

૧૪. કાઉન્ડ્રીની ક્યુપોલા (ખીડ પીગળાવવા માટેની ભટ્ટી)માં હવા ડુંકવા માટેના એક રૂટ્સ બ્લોઅર (Roots Blower) ને એક સ્ટીમ એન્જિન વડે ચલાવવામાં આવે છે. એન્જિન દર મીનીટે ૨૧૦ આંટાની ઝડપે ફરે છે. એન્જિનનાં ફ્લાઈ વ્હીલ કે જેનો વ્યાસ ૪૨ ઇંચ છે તે ઉપરથી ગતિનું સંચારણ એક પટા વડે લાઇન શાફ્ટ ઉપર આપેલી ૨૮ ઇંચ વ્યાસની પુલી ઉપર કરવામાં આવે છે. એજ શાફ્ટ ઉપર ખીજી ૩૨ ઇંચ વ્યાસની પુલી ખેસાડેલી છે જે ઉપરથી ખીજો પટા બ્લોઅરની શાફ્ટ ઉપર આપેલી ૨૦ ઇંચ વ્યાસની પુલી ઉપર જાય છે. જો દરેક પટા ઉપરનો સ્લીપ ૫ ટકા તો દર મીનીટે બ્લોઅરના આંટાની સંખ્યા શોધો.

૧૫. એક એન્જિનની કેંક શાફ્ટ ઉપર ૫૬ ઇંચ વ્યાસની પુલી A ખેસાડેલી છે જે લાઇન શાફ્ટ ઉપર ખેસાડેલી ૩૬ ઇંચ વ્યાસની પુલી B ને ચલાવે છે. લાઇન શાફ્ટ ઉપર ૪૨ ઇંચ વ્યાસની ખીજી પુલી C ખેસાડેલી છે જે ઉપરથી કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપર ખેસાડેલી ૨૪ ઇંચ વ્યાસની પુલી D ઉપર પટાને લઈ જવામાં આવે છે. એજ કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપર ૪૮ ઇંચ વ્યાસની ખીજી પુલી E ખેસાડેલી છે જે ડાયનામોની શાફ્ટ ઉપર ખેસાડેલી ૧૪ ઇંચ વ્યાસની પુલી F ને

ચલાવે છે. આ રચનાની આકૃતિ કાઢો, તથા ડાયનામો અને એન્જન શાફ્ટની ગતિ વચ્ચેનું પ્રમાણ શોધો.

૧૬. એક નાનાં ઓઈલ એન્જન વડે ચાલતી કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપરથી એક સેન્ટ્રીફ્યુગલ પમ્પને દર મીનીટે ૧૫૦૦ આંટાની ઝડપે ચલાવવાનો છે. પમ્પ ઉપર આપેલી પુલીનો વ્યાસ ૬ ઇંચ છે. એન્જન દર મીનીટે ૩૪૦ આંટાની ઝડપે ફરે છે. જો વપરાયલા પટાઓનો કુલ સ્લીપ ૫ ટકા હોય તો એન્જન અને કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપર કેટલા વ્યાસની પુલીઓ ખેસાડવી જોઈએ કે જેથી પમ્પને જોઈતી ઝડપે ચલાવી શકાય ?

૧૭. એક ડ્રાઈવીંગ શાફ્ટ દર મીનીટે ૧૦૦ આંટાની ઝડપે ફરે છે, અને તે ઉપર ૨૨ ઇંચ વ્યાસની એક પુલી ખેસાડેલી છે, જે ઉપરથી કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપર ખેસાડેલી ૧૨ ઇંચ વ્યાસની પુલી ઉપર ગતિને પટા વડે લઈ જવામાં આવે છે. કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપર વળી એક ત્રણ સ્પીડવાળી કોન પુલી ખેસાડેલી છે જેની સ્પીડના વ્યાસો અનુક્રમે ૮ ઇંચ, ૬ ઇંચ અને ૪ ઇંચ છે, અને જે લેધ સ્પીન્ડલ ઉપર ખેસાડેલી તેટલા વ્યાસ અને સંખ્યાની સ્પીડવાળી કોન પુલીને ગતિ આપે છે, તો આ રચનાની ક્રન્ટ અને એન્ડ એલીવેશનમાં આકૃતિ આપો, અને લેધ સ્પીન્ડલને જે સૌથી વધુમાં વધુ અને સૌથી ઓછામાં ઓછી ઝડપે ચલાવી શકાય તે ઝડપો શોધો.

૧૮. એક ચાર સ્પીડવાળા સ્પીડ કોનમાં સૌથી મોટી સ્પીડનો વ્યાસ ૧૪ ઇંચ અને સૌથી નાની સ્પીડનો વ્યાસ ૮ ઇંચ છે, તો વચગાળની સ્પીડના વ્યાસો શોધો.

૧૯. એક કાઉન્ટર શાફ્ટ જે દર મીનીટે ૧૮૦ આંટાની ઝડપે ફરી એક ટર્નીંગ લેધને ચલાવે છે. કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપર ખેસાડેલા પાંચ સ્પીડવાળા સ્પીડકોન ઉપરથી પટા વડે લેધ સ્પીન્ડલ ઉપર ઉલટી દિશામાં ખેસાડેલા એવાજ કોન ઉપર ગતિનું સંચારણ કરવામાં આવે છે. સ્પીડકોનની સૌથી મોટી સ્પીડ અથવા સ્ટેપનો

વ્યાસ ૧૦ ઈંચ અને સૌથી નાનીનો વ્યાસ ૪ ઈંચ છે. બેક ગીઅરમાં દાંતાનાં ચક્કરોની દરેક જોડીમાં દાંતાની સંખ્યા અનુક્રમે ૧૫ અને ૪૫ છે. જો કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપરના કોનની સૌથી નાની સ્પીડ ઉપર પંચાલતો હોય અને બેક ગીઅર જોડાણમાં લીધેલું હોય તો ૭ ઈંચ વ્યાસના ટર્ન કરવાના દાગીનાની સપાટીની ઝડપ દર મીનીટે કેટલા ફુ હશે ? અને વળી તે દાગીનાને દર મીનીટે બની શકતા કેટલા આંટાં ઝડપોએ ફેરવી શકાય ?

૨૦. સ્પીડ કોન્સ વડે ચલાવવામાં આવતા લેધના સ્પીન્ડલના સૌથી ત્વરિક અને સૌથી ધીમી ઝડપો અનુક્રમે દર મીનીટે ૪૦ અને ૧૦૦ આંટા છે. જો કાઉન્ટર શાફ્ટની ઝડપ હુમેશાં એક સરખી હોય, અને સ્પીડ કોન્સની સૌથી મોટી સ્પીડનો વ્યાસ ૨ ઈંચ હોય, તો સૌથી નાની સ્પીડ અથવા સ્ટેપનો વ્યાસ કેટલે હોવો જોઈએ ?

૨૧. સ્પીડ કોન્સની એક જોડીમાં સૌથી મોટી સ્પીડનો વ્યાસ ૧૮ ઈંચ અને સૌથી નાની સ્પીડનો વ્યાસ ૧૨ ઈંચ છે. ડ્રીવન શાફ્ટની ઝડપી ચાલ દર મીનીટે ૨૮૦ આંટા છે, તો તેની ધીમી ઝડપ દર મીનીટે કેટલા આંટાની હશે ?

૨૨. પુલીની રીમ ઉપરથી પટાને સરી જતો અટકાવવા માટેન રીતની આકૃતિ કાઢી તેનું કાર્ય સમજાવો.

૨૩. “જોડી પુલી”નો ઉપયોગ ક્યાં, કેવી રીતે, અને શા માં કરવામાં આવે છે તેનું આકૃતિ સાથે બ્યાન કરો.

૨૪. મશીનરીને ચલાવવા તથા બંધ કરવા માટે વપરાત “ફાસ્ટ-લુસ પુલીઝ”ની રચનાની આકૃતિ કાઢી ચીપીઆને ક્યાં લાગ પાડવા જોઈએ તે તેનાં કારણ સાથે વર્ણવો.

૨૫. સ્ક્રુ વડે ચાલતી પ્લેનોંગ મશીનની ટેબલને પુલીઓ અને પટા વડે ઉલટા સુલટી ચલાવવા માટેની રચનાની આકૃતિ કાઢી વર્ણુન આપો.

૨૬. એક પ્લેનોંગ મશીનના સ્ક્રુને પટા અને પુલીઓની મદ

વડે ચલાવવામાં આવે છે. મેન શાફ્ટ ઉપરનાં ફૂમનો વ્યાસ ૨૪ ઇંચ છે અને તે દર મીનીટે ૧૧૦ આંટાની ઝડપે ફરે છે. સ્ક્રૂ ઉપર બેસાડેલી પુલીઓના વ્યાસ અનુક્રમે ૨૮ ઇંચ અને ૧૮ ઇંચ હોય, તો સ્ક્રૂ દર મીનીટે કેટલા આંટાની બે ઝડપોએ ફરશે ?

૨૯. જો ઉપલા દાખલામાં ટેબલની કાપ લેતી વેળાની ઝડપ દર મીનીટે ૧૦ ફુટ હોય તો ટેબલના વળતા સ્ટ્રોકે તેની ઝડપ કેટલા ફુટ હશે ?

૨૮. એક પટો દર મીનીટે ૨૬૦ આંટાની ઝડપે ફરી ૩૬ ઇંચ વ્યાસની એક પુલી ઉપર ૫૦ હોર્સપાવરનું સંચારણ કરે છે, તો પટાની ટાઈટ અને ઢીલી બાબુઓ ઉપરનાં તાણ વચ્ચેનો તફાવત કેટલો હશે ?

૨૯. એક પટો ૫ હોર્સપાવરનું સંચારણ કરે છે. જો પટાની ટાઈટ અને ઢીલી બાબુ ઉપરનાં તાણો વચ્ચેનો તફાવત ૧૪૦ પૌંડ હોય તો દર મીનીટે પટાની ઝડપ કેટલા ફુટ હશે ?

૩૦. જો પટાની બન્ને બાબુ ઉપરનાં તાણો વચ્ચેનો તફાવત ૨૫૦ પૌંડ હોય અને તેની ઝડપ દર મીનીટે ૭૫૦ ફુટ હોય તો તે પટો કેટલા હોર્સપાવરનું સંચારણ કરશે ?

૩૧. એક પટો દર મીનીટે ૧૮૦ આંટાની ઝડપે ફરી ૨૪ ઇંચ વ્યાસની પુલી ઉપર ૭ હોર્સપાવરનું સંચારણ કરે છે. જો પટાની દરેક ઇંચ પહોળાઈ દીઠ સલામતી સાથે કાર્ય કરતું ખેંચાણ ૧૩૦ પૌંડ હોય અને પટાની ઢીલી બાબુનું તાણ ટાઈટ બાબુનાં તાણથી અર્ધું હોય તો પટો કેટલો પહોળો વાપરવો જોઈએ ?

૩૨. એક પટો ૪ ઇંચ પહોળો અને  $\frac{3}{4}$  ઇંચ જડો છે, અને તે તેની પહોળાઈના દરેક ઇંચ દીઠ ૧૦૦ પૌંડનું સંચારણ નિર્ભય રીતે કરી શકે છે. જો પટાની ટાઈટ તથા ઢીલી બાબુનાં તાણનું પ્રમાણ ૧ : ૦.૬ હોય તો તે પટો ૨૭ ઇંચ વ્યાસની પુલી ઉપર દર મીનીટે ૧૦૦ આંટાની ઝડપે ફરી કેટલા હોર્સપાવરનું સંચારણ કરશે ?

૩૩. એક પટાને દર મીનીટે ૧૧૦ આંટાની ઝડપે ફરતી એક શાફ્ટ ઉપરથી ૨૦૦ આંટાની ઝડપે દોડતી બીજી શાફ્ટ ઉપર ૬ હોર્સપાવરનું સંચારણ કરવાનું છે. નાની પુલીનો વ્યાસ ૩૦ ઇંચ હોય અને પટા ઉપરનાં તાણો વચ્ચેનું પ્રમાણ ૧ : ૩ હોય તો પટા ઉપરનાં જોરો શોધો. વળી પટાની પહોળાઈના એક ઇંચ દીઠ ૧૨૦ પૌંડનું જોર પટા ઉપર લાવવા માટે પટાની પહોળાઈ કેટલી રાખવી જોઈએ ?

૩૪. એક પટા જે ૧૦ ઇંચ પહોળો અને  $\frac{3}{4}$  ઇંચ જડો છે તેની ઢીલી બાજુ ઉપરનું તાણ ટાઈટ બાજુનાં તાણથી પોણું છે. જો પટાનાં છેદચિત્રના દર ચોરસ ઇંચ દીઠ ૨૮૦ પૌંડનું જોર રાખવું હોય તો તે પટા દર મીનીટે ૧૬૦ આંટાની ઝડપે ફરતી ૩૬ ઇંચ વ્યાસની પુલી ઉપર દોડી કેટલા હોર્સપાવરનું સંચારણ કરશે ?

૩૫. એક પટા જેની પહોળાઈ ૩ ઇંચ છે તે ૧૮ ઇંચ વ્યાસની પુલી ઉપર દોડી ૨ હોર્સપાવરનું સંચારણ કરે છે. પટાની દર ઇંચ પહોળાઈ દીઠ ૧૦૦ પૌંડનું ખેંચાણ સલામતી સાથે લઈ શકાય છે, અને પટાની બાજુઓ ઉપરનાં તાણોનું પ્રમાણ  $1\frac{1}{2} : 1$  છે, તો દર મીનીટે પુલીના આંટાની સંખ્યા શોધો. જો પટાનો સ્લીપ ૫ ટકા હોય તો પુલીના ખરેખરા આંટાની સંખ્યા શોધો.

૩૬. એક પટા જે ૪ ઇંચ પહોળો અને  $\frac{3}{4}$  ઇંચ જડો છે તે દર મીનીટે ૧૨૦ આંટાની ઝડપે ફરતી ૩૦ ઇંચ વ્યાસની પુલી ઉપર દોડે છે, અને તે ઉપર તેનાં છેદ ચિત્રના દર ચોરસ ઇંચ દીઠ ૧૨૦ પૌંડનું જોર સલામતી સાથે લઈ શકાય છે. પટાનો સ્લીપ ૮ ટકા છે. જો પટાની ટાઈટ અને ઢીલી બાજુઓ ઉપરનાં તાણોનું પ્રમાણ  $1\frac{1}{2} : 1$  હોય તો તે પટા કેટલા હોર્સપાવરનું સંચારણ કરશે ?

૩૭. એક દોરડું ૮ ફુટ વ્યાસની એક રોપ પુલી ઉપર ૨૦ હોર્સપાવરનું સંચારણ કરે છે. જો પુલી દર મીનીટે ૧૦૦ આંટાની ઝડપે ફરે તો દોરડાંની ઝડપ દર મીનીટે કેટલા ફુટ હશે ? અને વળી પુલીની બંને બાજુ ઉપરનાં દોરડાંમાંનાં ખેંચાણનાં જોરો વચ્ચેનો

તદ્વાવત કેટલો હશે ? જ્યારે પટા અથવા દોરડાંમાંનાં ખેંચાણનાં જોરો વચ્ચેનો તદ્વાવત પાવરતું સંચારણ કરવા માટે અગત્યનો જરૂરી છે ત્યારે ઢીલી બાજુ ઉપર થોડું પણ ખેંચાણ રાખવાની શા માટે જરૂર તે સ્પષ્ટ સમજવો.

૩૮. બે સ્પીડ કોન વડે ૩ : ૨, ૨ : ૧, અને ૩ : ૧નાં ગતિનાં પ્રમાણો મેળવવા માટે તે સ્પીડ કોનની સ્પીડ અથવા સ્ટેપના વ્યાસો નક્કી કરો. ડ્રાઇવર્સ કોન ઉપરની સૌથી મોટી સ્પીડ અથવા સ્ટેપનો વ્યાસ ૨૪ ઇંચ લેવાનો છે.

૩૯. સ્પીડ કોનની એક જોડી વડે ૫ : ૧ અને ૧ : ૧નાં અંતિમ ગતિનાં પ્રમાણો ત્રણ વચગાળેની સ્પીડ સાથે મેળવવાને તે સ્પીડ કોનની સ્પીડના વ્યાસો નક્કી કરો. સૌથી મોટી સ્પીડનો વ્યાસ ૩૦ ઇંચ લેવાનો છે.



## પ્રકરણ ૪થું

### બ્રેકસ; બ્રેક હોર્સ પાવર; ડાયનામોમીટર

**બ્રેકસ (Brakes)**—બ્રેક એ એવી યુક્તિ અથવા રચના છે જેની મદદ વડે મશીન ( સંચા અથવા યંત્ર )ને ઉભું રાખવાને, અથવા તેને ધીમું કરવાને, અથવા એક સમાન ગતિ મેળવવાની મતલબથી તેની કેટલીક વધારાની શક્તિ (superfluous energy) કામે લગાડવાને માટે ધર્ષણને તે મશીનની ગતિની સામે ધરાદાપૂર્વક કાર્ય કરાવવામાં આવે છે.

બ્રેકને નીચલા વર્ગોમાં વહેંચી શકાય :—

૧. બ્લોક બ્રેક (Block Brake)—આ બ્રેકમાં એક ધન અથવા જડ પદાર્થ (solid) ને બીજા ધન અથવા જડ પદાર્થ સામે માત્ર દબાવી ધસવામાં આવે છે.

૨. બેન્ડ અથવા સ્ટ્રેપ બ્રેક (Band or Strap Brake)—આ જાતની બ્રેકમાં એક પાતળો નમનશીલ (flexible) પાટો જે ધાતું ખરું ધાતુનો હોય છે તે, પુલી, ડ્રમ, અથવા વ્હીલ (ચક્કર)ના પરિઘની ફરતે વિંટાળેલો હોય છે.

૩. પમ્પ બ્રેક (Pump Brake)—આ બ્રેકમાં પ્રવાહીને સાંકડા મૂર્ગો અથવા છિદ્રોમાંથી જોરથી પસાર કરવામાં આવે છે ત્યારે તે પ્રવાહીનાં અણુઓમાંનું ધર્ષણ અવરોધ ઉત્પન્ન કરે છે.

૪. ટર્બાઇન અથવા ફેન બ્રેક ( **Turbine or Fan Brake** )—આ જાતની બ્રેકમાં જે અવરોધ કામે લગાડવામાં આવે છે તે, પ્રવાહીમાં ફરતા પંખા સામે કાર્ય કરતો તે પ્રવાહીનો અવરોધ છે.

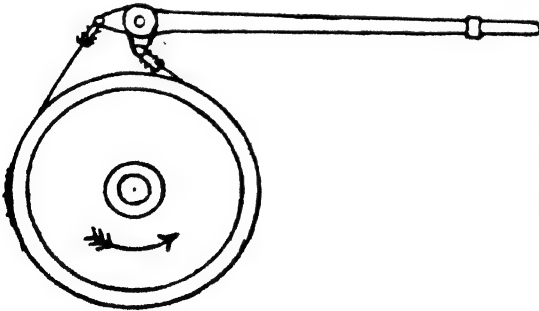
**બ્લોક બ્રેક (Block Brake)**—બ્લોક બ્રેકમાં ફરતાં બ્લીલ (પૈડાં)ની રીમ સામે એક બ્લોકને દબાવવામાં આવે છે. આ જાતની બ્રેક ઘણું મોટું ભાગે રેલવે ટ્રેન, ટ્રામકાર અને સાધારણ સડક ઉપર ફરતી ગાડીઓ ઉપર વપરાય છે. એ બ્રેકની અસર ગાડીનાં પૈડાંને ફરતાં અટકાવવાની અથવા ધીમા કરવાની હોય છે, અને તેથી તેઓ પાટા અથવા સડક ઉપર ફરવાને બદલે સરકે છે. આ જાતની બ્રેક વડે ઉત્પન્ન થતો ગાડીની ગતિને નડતો અવરોધ ઉભાં રહેલાં પૈડાં અને પાટા (rail) અથવા સડક વચ્ચેના અવરોધ કરતાં ઓછો હોય છે, પણ તે કદીખી વધુ હોઈ શકતો નથી. પૈડાંની જે રીમ ( પુંડી ) અથવા ટાયર (વાટ) સામે બ્લોકને દબાવવામાં આવે છે તે રીમ અથવા ટાયર કરતાં નરમ પદાર્થના બ્લોક બનાવવામાં આવે છે, જેથી ધસારો મુખ્ય કરીને બ્લોકમાંજ થાય છે અને બ્લોકને સહેલાઈથી બદલી શકાય છે. જ્યારે બ્લોક લાકડાના બનાવવામાં આવે ત્યારે તેને માટે સખત અને મજબુત લાકડું જેવુંકે, એલ્મ (elm), ઓક (oak), બીચ (beech), સીસમ, બાવળ, અથવા તણચ વાપરવું જોઈએ. ભારે વજનની અને ઝડપથી દોડતી ગાડીઓ માટે બીડના બ્રેક—બ્લોકસ ઘણા સાધારણ છે. બ્લોક બ્રેકનો સાધારણ દાખલો બાઈસીકલમાં વપરાતી રીમ-બ્રેક છે, જેમાં બ્લોક રબરના બનાવેલા હોય છે.

જ્યારે એક બ્રેક-બ્લોકને ફરતાં પૈડાં ઉપર લાગુ પાડવામાં આવે છે ત્યારે તે પૈડાં અથવા ધરીની બેરીંગ અથવા જર્નલ (journal = બેરીંગમાં ફરતો ધરીનો ભાગ) ઉપર વધારાનું જોર પડે છે; પણ જો એ બ્લોકને પૈડાંના વ્યાસના સામસામેના છેડાઓ ઉપર લાગુ પાડવામાં આવે તો બેરીંગ અથવા જર્નલ ઉપર આવું વધારાનું જોર પડતું નથી. એ બ્લોકનો ઉપયોગ કરવાથી અટકાવવાનું અથવા રોકવાનું કાર્ય

(braking action) પણ બમણું થાય છે, અને એક બ્લોકને લાગુ પાડવા માટે જે જેર જોઈએ તેટલુંજ લગલગ જેર આ બે બ્લોકને લાગુ પાડવા માટે જોઈએ છે.

### બેન્ડ અથવા સ્ટ્રેપ બ્રેક (Band or Strap Brake)–

ભારે દાગીનાઓ અથવા વજનો ઉપાડવા તથા નીચે ઉતારવા માટેની મશીનરી (સંચાઓ), જેવાકે, કેબ, વિંચીઝ, કેન્સ, અને ખાણોમાં વપરાતાં વાઈન્ડીંગ એન્જીનો (winding engines)માં જ્યારે વજન અથવા દાગીનો જોઈતી ઉંચાઈએ ચઢાવવામાં આવ્યો હોય ત્યારે તેને તે સ્થાને પકડી રાખવાને માટે, અથવા વજન અથવા દાગીનાને જોઈતી ઉંચાઈએ નીચે ઉતારવામાં આવ્યો હોય ત્યારે તેની ગતિ ધીમે ધીમે રોકવાને અથવા અટકાવવા માટે જે જાતની બ્રેક ધણું કરીને વપરાય છે તે બેન્ડ અથવા સ્ટ્રેપ બ્રેક છે. સાધારણ જાતની નાની કેબ, વિંચ, અને કેનની બાબતમાં જે બ્રેક આપવામાં આવે છે તે બ્રેકમાં એક પાતળો સ્ટીલનો નમનશીલ પાટો હોય છે, જે મજબુત ચપટી ફેસવાલી બીડની પુલી અથવા બ્હીલની ફરતે થોડે ઘણું અંશે લપેટાયેલો હોય છે. આ પાટાને એટલી પુરતી લંબાઈનો બનાવેલો હોય છે કે જેથી જ્યારે તેને દીલો કરવામાં આવે ત્યારે તે, બ્હીલથી અલગ થઈ શકે છે. હાથ અથવા પગ વડે ચલાવવામાં આવતાં લીવરની મદદ વડે તે પાટાને બ્રેક-પુલીની રીમ ઉપર ટાઈ

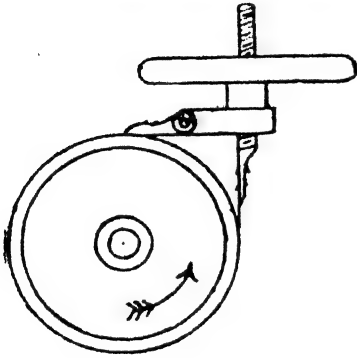


આકૃતિ ૩૧

કરવામાં આવે છે. જ્યારે રોકવાનું વજન પ્રમાણમાં નાનું હોય ત્યારે આ બ્રેકને કેબ અથવા કેનની બેરલ-શાફ્ટ ઉપર સગવડ ભરેલી રીતે બેસાડી શકાય, જેની રચના આકૃતિ ૩૧માં બતાવ્યા પ્રમાણે હોય છે. એમાં લીવરનો અંદરનો

છેડા બેલ-ક્રેંક ( bell-crank )ના આકારનો બનાવેલો છે. આ બેલ-ક્રેંકના આર્મ્સના છેડાઓ બ્રેકના પાટાના છેડાઓ સાથે જોડેલા છે. આ બ્રેક સાદી છે અને તેને ખેંચવાનાં ગીઅર ( hoisting gear ) સાથે જોડી શકાય છે, અને તે ઘણું પકડવાનું જોર ધરાવે છે.

ડબ્બલ અથવા ત્રેબલ પરચેઝ કેબ અને કેનમાં જ્યારે રોકી



રાખવાનું અથવા અમુક સ્થાને પકડી રાખવાનું વજન સીંગલ પરચેઝ કેબ કરતાં ભારે હોય છે, ત્યારે બ્રેકને ઘણું કરીને બીજી અથવા ત્રીજી ગતિની શાફ્ટ ઉપર બેસાડવામાં આવે છે, અને તે વેળાએ ઝમ કરવાની સવળતા માટે બ્રેકનો આકાર આકૃતિ ૩૨માં બતાવ્યા

પ્રમાણે હોય છે. પાતળા સ્ટીલના

આકૃતિ ૩૨

નમનશીલ પાટાના ઉપલા છેડાને બહાર

નીકળી આવેલા આર્મ સાથે જોડવામાં આવે છે અને બીજા છેડાને ઉભા સ્ક્રુના નીચલા છેડા સાથે જોડેલો હોય છે. આ સ્ક્રુને આડાં હેન્ડ વ્હીલ કે જેનો બોસ તે સ્ક્રુની નટ બની રહે છે તે વડે ઉપર ચઢાવવામાં અથવા નીચે ઉતારવામાં આવે છે.

વજનો ઉપાડવા અને નીચે ઉતારવા માટેની મશીનરી (hoisting machinery)ના કોઈપણ ભાગ ઉપર સ્લેપ બ્રેકને બેસાડવામાં એ સંભાળ લેવી જોઈએ કે વજનને નીચે ઉતારતી વેળાએ આકૃતિ ૩૧ અને આકૃતિ ૩૨ ઉપર દર્શાવેલા તીર પ્રમાણેની દિશામાં બ્રેક-વ્હીલ ફરવું જોઈએ જેથી બહાર નીકળી આવેલા આર્મ અથવા લીવરના સ્થાઈ છેડા સાથે જોડેલા બ્રેક-સ્લેપ (બ્રેકના પાટા)ના છેડા ઉપર ઘણું વધારે જોર ઉત્પન્ન થાય; કારણકે, જો એથી કિલટી દિશામાં વ્હીલ ફરે એમ બ્રેકને બેસાડેલી હોય તો વજન અથવા દાગીનાની ગતિને કાબુમાં રાખવાનું અતિશય મુશ્કેલ માલમ પડશે.

આ માટે નિયમ એ છે કે એક-સ્ત્રેપ (એકના પાટા)ના ટાઈટ છેડાને સ્થાઈ અથવા હાલી ચાલી શકે નહિ એમ બનાવવો, અને ઢીલા છેડાને એકના લીવરના ટુંકા આર્મ સાથે જોડવો.

**હોર્સ પાવર (Horse-power)**—એન્જીનનું બળ અથવા શક્તિ (power) દર્શાવવા માટે ત્રણ સંજ્ઞા વપરાય છે:—૧. નોમીનલ હોર્સ પાવર ( **Nominal Horse Power** ), ૨. ઇન્ડિકેટેડ હોર્સ પાવર ( **Indicated Horse Power** ), ૩. બ્રેક હોર્સ પાવર ( **Brake Horse Power** ).

**નોમીનલ હોર્સ પાવર**—આ સંજ્ઞા માત્ર સ્ટીમ એન્જીનોની કિંમત નક્કી કરવા માટે વ્યાપારમાં વપરાય છે. આ સંજ્ઞા એન્જીન કેટલી શક્તિ અથવા બળ ઉત્પન્ન કરી શકે છે તે દર્શાવતો નથી, પણ માત્ર એન્જીનનું કદ દર્શાવે છે.

**ઇન્ડિકેટેડ હોર્સ પાવર**—કોઈ પણ જાતનાં એન્જીનનાં સીલીન્ડરમાં વરાળ અથવા ગેસ વડે જે કુલ શક્તિ ઉત્પન્ન થાય છે તેને ઇન્ડિકેટેડ હોર્સ પાવર કહે છે અથવા ઇન્ડિકેટર (Indicator) વડે મેળવેલા ઇન્ડિકેટર ગ્રાફગ્રામ ઉપરથી ગણતરી કરીને મેળવેલા હોર્સ પાવરને ઇન્ડિકેટેડ હોર્સ પાવર કહે છે. એન્જીનના ઇન્ડિકેટેડ હોર્સ પાવર શોધવાની રીત આગળ સમજાવવામાં આવી છે.

**બ્રેક હોર્સ પાવર**—એન્જીનમાંથી મશીનરી ચલાવવા માટે જે ઉપયોગી હોર્સ પાવર મળી શકે છે અથવા એન્જીનનાં ફ્લાઇ વ્હીલ અથવા ડ્રાઇવીંગ પુલીની રીમ ઉપરથી જે ઉપયોગી હોર્સ પાવર મશીનરી ચલાવવા માટે મેળવી શકાય છે તેને બ્રેક હોર્સ પાવર કહે છે. એન્જીનના ચાલતા જુદા જુદા ભાગોનાં વજન અને તેમાં થતાં ધ્રુવણને લીધે એન્જીનને પોતાને ચાલવા માટે તેની કેટલીક શક્તિનો ખર્ચ થાય છે. એન્જીને પોતાનાં સીલીન્ડરમાં ઉત્પન્ન કરેલા કુલ હોર્સ પાવરમાંથી તેના જુદા જુદા ભાગોનાં ધ્રુવણમાં ખર્ચ થતા હોર્સ પાવર

બાદ કરવાથી એન્જીનના એક હોર્સ પાવર મળે છે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો ઇન્ડીકેટેડ હોર્સ પાવરમાંથી એન્જીનની પોતાની અંદર તેના ભાગો ચલાવવામાં ખર્ચ થતા હોર્સ પાવર બાદ કરવાથી એક હોર્સ પાવર મળે છે. ત્યારે એન્જીનની મીકેનિકલ એફીશીઅન્સી =  $\frac{B.H.P.}{I.H.P.}$

જો એન્જીનો ધણું મોટાં કદનાં ન હોય તો તે જે ઉપયોગી શક્તિ આપી શકે છે તે એટલે તેના એક હોર્સપાવર ફલાઈ વ્હીલ ઉપર એક એક લાગુ પાડી શોધી શકાય છે. એક હોર્સપાવર શોધવા માટે વપરાતી આ એકને “ઝયનામોમીટર” (dynamometer) કહે છે.

**ઝયનામોમીટર (dynamometer)**—નાનાં એન્જીનોના એક હોર્સપાવર માપવા માટે ઝયનામોમીટર વપરાય છે, અને મોટાં એન્જીનોના ઇન્ડીકેટેડ હોર્સપાવર ઇન્ડીકેટર વડે લીધેલા ઇન્ડીકેટર ઝયગ્રામ ઉપરથી શોધી શકાય છે.

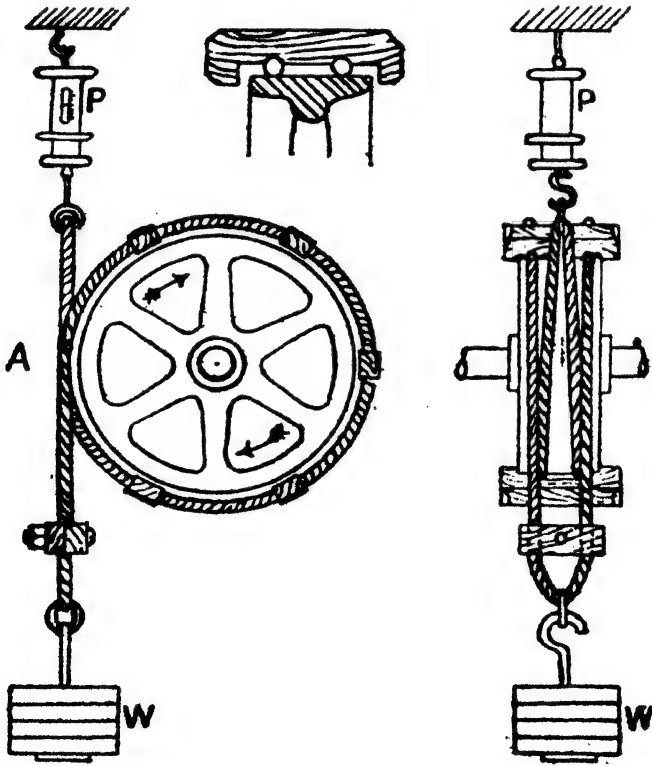
ઝયનામોમીટરને બે મુખ્ય વર્ગોમાં વહેંચી શકાય:—૧. એબ્સોર્પશન ઝયનામોમીટર (Absorption Dynamometer), અને ૨. ટ્રાન્સમીશન ઝયનામોમીટર (Transmission Dynamometer).

**એબ્સોર્પશન ઝયનામોમીટર્સ**માં એન્જીન વડે ઉત્પન્ન થતી શક્તિને એકનાં ધર્ષણની મદદ વડે તેનું ઉજ્જુતામાં રૂપાંતર કરી ખર્ચ કરવામાં આવે છે.

**ટ્રાન્સમીશન ઝયનામોમીટર્સ**માં તેને ચલાવવા માટે જોઈતી માત્ર થોડી શક્તિનાં વ્યર્થ સાથે એન્જીન વડે ઉત્પન્ન થતી શક્તિને ઝયનામોમીટરમાંથી સંચારણ કરવામાં આવે છે.

**રોપ બ્રેક ઝયનામોમીટર (Rope Brake Dynamometer)**—એબ્સોર્પશન ઝયનામોમીટરનો સૌથી સાદો અને ઘણો જરોસાલાયક આકાર ધાગું કરીને રોપ બ્રેક ઝયનામોમીટર છે. શાફ્ટ

ઉપર સળંગ કરેલી પુલી અથવા ફ્લાઈ વ્હીલની રીમની ફરતે એક, બે, અથવા ત્રણ દોરડાંની લંબાઈ અથવા દુકડાઓને એકવાર પસાર કરવામાં આવે છે. આકૃતિ ૩૩માં દેખાડ્યા પ્રમાણે દોરડાના જુદા જુદા દુકડાઓને ઢીલા બેસાડેલા લાકડાના પ્લોકસની મદદ વડે તેનાં બરાબર સ્થાનોએ રાખવામાં આવે છે, અને પ્લોકસને દોરડાં સાથે લેસ વડે બાંધેલા હોય છે. દોરડાંના જુદા જુદા દુકડાઓના ઉપલા છેડાઓને એકત્ર કરી તેની સાથે મથાળે લટકાવેલો એક સ્પ્રીંગ બેલન્સ  $P$  (સ્પ્રીંગનો કાંટો) જોડવામાં આવે છે, અને નીચલા છેડાઓને એકઠા કરી તેઓ સાથે વજન  $W$  જોડવામાં આવે છે. આકૃતિ ૩૩માં



આકૃતિ ૩૩

ફ્લાઈ વ્હીલનાં ફરવાની દિશા બતાવી છે. આકૃતિમાં જોતાં જણાશે કે સ્પ્રિંગ બેલન્સ P વ્હીલને ફેરવવામાં મદદ કરે છે, અને વજન W તેનાં ફરવાની સામે થાય છે.

ધારો કે, W = દોરડાંને નીચલે છેડે લટકાવેલું વજન પૈંડમાં, જેમાં A ઉપરથી લટકતાં દોરડાંના ભાગ અને હુક, વિગેરેનાં વજનનો સમાવેશ થાય છે.

P = સ્પ્રીંગ-બેલન્સ વડે દર્શાવવામાં આવતું ખેંચાણ, ઓછા, A અને સ્પ્રીંગ-બેલન્સની વચ્ચે આવતાં દોરડાં, વિગેરેનું વજન, સઘળું પૈંડમાં.

R = ફ્લાઈ વ્હીલની કાર્યસાધક ત્રિજ્યા કુટમાં = ફ્લાઈ વ્હીલની ત્રિજ્યા વત્તા દોરડાંની ત્રિજ્યા કુટમાં

N = દર મીનીટે ફ્લાઈ વ્હીલના આંટાની સંખ્યા.

ત્યારે, ત્રિજ્યા R આગળનો કાર્યસાધક અવરોધ = W - P, અને તેનો મોમેન્ટ = R (W - P) થશે.

હવે જો ફ્લાઈ વ્હીલ એક આંટો ફરે તો આ મોમેન્ટની સામે થયેલું કામ =  $2 \pi \times R (W - P)$  થશે, અને એક મીનીટમાં થયેલું કામ =  $2 \pi \times R \times N \times (W - P)$  ફુટ-પૈંડ.

ત્યારે એક હોર્સપાવર = B. H. P. =  $\frac{2 \pi R N (W - P)}{33000}$

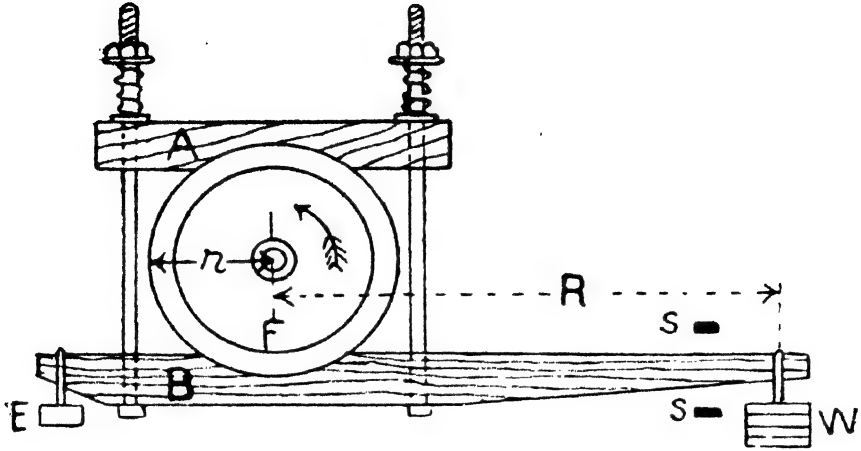
રોપ એકમાં દોરડાં અને ફ્લાઈ વ્હીલ વચ્ચેની ધસાતી સપાટીઓ આગળ સઘળાં કામનું ઉજ્જીતામાં રૂપાંતર થાય છે. ઓછા પાવરનાં નાનાં એન્જીનો માટે અથવા ટુંકી ત્રાયલ માટે ફ્લાઈ વ્હીલને પુરતું થંડું રાખવાને ફરતાં ફ્લાઈ વ્હીલ સાથે સંબંધમાં આવતી હવા ઉજ્જીતાનો પુરતો જથ્થો ખેંચી જશે. પણ મોટા પાવરનાં એન્જીનો માટે અને લાંબી ત્રાયલ માટે ફ્લાઈ વ્હીલની રીમને પાણીથી થંડી રાખવાની જરૂર હોય છે. પાણીથી રીમને થંડી રાખવા માટે વ્હીલની રીમનું હેદયિત્ર એટલે સેક્શન એનલના આકારનું એટલે અંદરની બાજુએ આખી રીમને ફરતે



ગાળાવાળું બનાવવું વધારે સારું છે. જ્યાં સુધી વ્હીલની ફરવાની ઝડપ અમુક ઝડપ કરતાં ઓછી ન હોય ત્યાં સુધી મધ્યબિંદુ ત્યાગી બળ એટલે સેન્ટ્રીફ્યુગલ ફોર્સ (centrifugal force) ને લીધે પાણી વ્હીલની રીમના અંદરના ગાળામાં સંઘળે ફરતે પકડાઈ રહે છે. એક પાઈપ મારફતે પાણી રીમના ગાળામાં ચાલુ વહેતું રાખવામાં આવે છે, અને બીજી પાઈપ મારફતે પાણી ખેંચી લઈ બહાર કાઢવામાં આવે છે જેથી વ્હીલની રીમ થંડી રહે છે.

**બ્લોક બ્રેક ડાયનામોમીટર (Block Brake Dynamometer)**—આ જાતનો ડાયનામોમીટર સાધારણ રીતે “પ્રોની બ્રેક” (Prony Brake) ને નામે જાણીતો છે, જે એક્સપેરિમેન્ટલ ડાયનામોમીટરનો સાદો આકાર છે. પ્રોની બ્રેકના સૌથી સાદા આકારમાં બે લાકડાંના બ્લોકસ (ટુકડાઓ) આપવામાં આવે છે, જે બ્લોકસને તેમની વચ્ચે ફલાઈ વ્હીલ અથવા ડ્રાઈવીંગ પુલી સાથે સજ્જડ કરવામાં આવે છે. આ બે બ્લોકસમાંના એકની સાથે લીવર જોડેલું હોય છે, અથવા તે બ્લોકને લંબાવીને લીવરનો આર્મ બનાવેલો હોય છે, જે લીવરના બહારના છેડા ઉપર એક વજન મુકવામાં આવે છે. વજનનું પ્રમાણ એવી રીતે ગોઠવવામાં આવે છે કે જેથી તેનું મોમેન્ટ બન્ને બ્લોક અને પુલીની વચ્ચેનાં ઘર્ષણનાં મોમેન્ટને સમતોલ રાખે.

આકૃતિ ૩૪માં પ્રોની બ્રેકનો સાદો આકાર બતાવ્યો છે. એમાં લાકડાંના બે બ્લોકસ A અને B આપેલા છે જેની અંકક બાજુ ઉપર જે ફલાઈ વ્હીલ અથવા ડ્રાઈવીંગ પુલી ઉપર તેને બેસાડવાના હોય તેની રીમની ત્રિજ્યાએ દોરેલા વાંકવાળા ગાળા કાપી કાઢેલા હોય છે, જેથી તે બ્લોકસ ફલાઈ વ્હીલની રીમ ઉપર બરાબર સંઘળેથી લાગમાં બેસી શકે. આ બન્ને બ્લોકને ફલાઈ વ્હીલ F ની રીમ ઉપર આકૃતિમાં દેખાડ્યા પ્રમાણે બેસાડી તેમને બે બોલ્ટની મદદ વડે નટથી જેમ જોઈએ તેમ સજ્જડ કરવામાં આવે છે. નટો ગમે તો પાના (સ્પેનર Spanner) વડે ટાઇટ થઈ શકે એવી સાધારણ



આકૃતિ ૩૪

આકારની પેલવાળી હોય, અથવા હાથ વડે ટાઈટ થઈ શકે એવી વિંગ (Wing) નટો હોય, અથવા તો નાના હેન્ડ વ્હીલના આકારની હોય. આ નટો અને બ્લોક A ની વચ્ચે સર્પાકાર સ્પ્રિંગ આપેલી હોય છે, જે સ્પ્રિંગો બ્લોકસ અને ફ્લાઈ વ્હીલની વચ્ચેનું દબાણ નિયંત્રણ રાખવાનું કામ બજાવે છે. નીચલા બ્લોક B ને જમણી તથા ડાબી તરફ લંબાવેલો હોય છે, જેથી તે બે આર્મવાળું લીવર બની રહે છે. નીચલા બ્લોક B ના જમણી તરફ લંબાયેલ ભાગને જ્યારે તેના છેડા ઉપર વજન લાદેલું ન હોય ત્યારે સમતોલ કરી શકે એટલું એક વજન E તે બ્લોકના ડાબી તરફના છેડા ઉપર મુકવામાં આવે છે. બ્લોક B ના જમણા છેડા ઉપરથી લટકાવેલા સળીયા (weight carrier) ઉપર વજનો W લાદવામાં આવે છે. આ વજન W પાવરનું માપ આપે છે. ફ્લાઈ વ્હીલની સાથે લીવર ગાળા ફરી જતું અટકાવવા માટે ડેસીઓ SS આપેલી હોય છે, જે ડેસીઓની વચ્ચે લીવરનો આર્મ હાલ્યા કરવાને છુટો છે.

ધારો કે,  $R$  = શાફ્ટનાં મધ્યથી વજન W નાં મધ્ય વચ્ચેનું અંતર ફુટમાં

$r$  = ફ્લાઈ વ્હીલની ત્રિજ્યા ફુટમાં

$W$  = લીવરના છેડા ઉપરથી લટકાવેલું વજન પૌંડમાં

$F$  = વ્હીલની રીમની સઘળે ફરતે ઉત્પન્ન થતાં કુલ  
ધર્ષણનાં જોરો પૌંડમાં

અને  $N$  = દર મીનીટે શાફ્ટ અથવા ફ્લાઈ વ્હીલના આંટાની સંખ્યા.

ત્યારે, બ્રેકસ અને લીવર સમતોલ થયલાં છે એમ ધ્યાનમાં  
રાખીને ફ્લાઈ વ્હીલનાં મધ્યબિંદુ આસપાસનાં મોમેન્ટ લેતાં—

$$F \times r = W \times R$$

$$\therefore F = \frac{W \times R}{r} \text{ પૌંડમાં.}$$

ફ્લાઈ વ્હીલના એક આંટામાં થયેલું કામ =  $F \times 2 \pi r$

=  $W \times 2 \pi R$  ફુટ-પૌંડ, અને  $N$  આંટામાં થયેલું

કામ =  $F \times 2 \pi r \times N = W \times 2 \pi R \times N$  ફુટ પૌંડ છે.

$$\text{ત્યારે એક હોર્સપાવર} = B.H.P = \frac{F \times 2 \pi r N}{33000} = \frac{W \times 2 \pi R N}{33000}$$

પ્રોની બ્રેકની મોટી ખામી એ છે કે જ્યારે શાફ્ટ ઉપર  
ચલાવનારો ત્વીસ્તીંગ મોમેન્ટ એટલે તોર્ક (torque = અમળાવી  
નાંખનાઈ જોર  $\times$  તેનો લીવરેજ) એક સમાન ન હોય ત્યારે તે જગરા  
ઝોલા ખાય છે, અને વળી જ્યારે ચલાવનારો ત્વીસ્તીંગ મોમેન્ટ એક  
સમાન હોય છે, કે જેમ સ્ટીમ ટર્બાઈનમાં હોય છે, છતાં બ્રેકસ  
અને વ્હીલ વચ્ચેનાં કોએશીશન્ટ ઓફ ફ્રીક્શનમાં થતી વધઘટ  
લીવરમાં અતિશય અસ્થિરતા વારંવાર ઉત્પન્ન કરે છે.

બ્રેકસ અને ફ્લાઈ વ્હીલ વચ્ચેનાં કોએશીશન્ટ ઓફ ફ્રીક્શનને  
નિયંત્ર રાખવાને બ્રેકને સાયુનાં પાણીન' ચાલુ પ્રવાહથી સારી રીતે  
ચીકણી રાખવી જોઈએ. પાણીનો પ્રવાહ ઉષ્ણતા ખેંચી જવાનું અને  
વ્હીલ તથા બ્રેકના બ્રેકસને થંડાં રાખવાનું કામ બજાવે છે.

**ટ્રાન્સમીશન ડાયનામોમીટર (Transmission Dynamometer)**—એક મશીનને આપવામાં આવતો પાવર (શક્તિ)  
માપવા માટે “ટ્રાન્સમીશન ડાયનામોમીટર” વપરાય છે. આ ડાયના-

મોમીટર ચાલતા પટા અથવા કોઈ બીજી રચના ઉપરથી શક્તિ મેળવીને તે શક્તિને માપે છે, અને જેમ બને તેમ ઓછી ખોટ સાથે તે શક્તિ મશીનને આપે છે. આ જાતના ડાયનામોમીટરમાં બેલ્ટ ડાયનામોમીટર (Belt Dynamometer)નો સમાવેશ થાય છે.

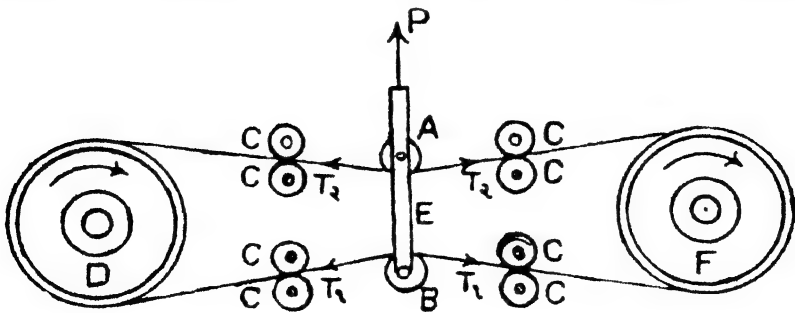
**બેલ્ટ ડાયનામોમીટર (Belt Dynamometer)**—

જ્યારે એક પટો બીજી પુલી ઉપર શક્તિનું સંચારણ કરે છે ત્યારે ચલાવવામાં આવતી અથવા ફોલોઈંગ પુલી (driven or following pulley) ઉપરનું સ્પર્શ રેખા રૂપ જોર (tangential effort) પટાની ટાઈટ અને લોલી બાજુઓ ઉપરનાં તાણો વચ્ચેના તફાવતની ખરાબર હોય છે. જો પટાની આ બે બાજુઓ ઉપરનાં તાણો અથવા ખેંચાણો  $T_1$  અને  $T_2$  હોય અને  $V$  દર મીનીટે પટાની ઝડપ

ફુટમાં હોય તો સંચારણ થયેલા એક હોર્સપાવર =  $\frac{(T_1 - T_2) V}{33000}$  છે.

આ જાતના ડાયનામોમીટરના જુદા જુદા આકારો જ્યારે પટો ચાલતો હોય ત્યારે પટાની ટાઈટ અને લોલી બાજુઓ ઉપરનાં તાણો વચ્ચેનો તફાવત  $T_1 - T_2$  સીધો માપવા માટે દાખલ કરવામાં આવ્યા છે.

**સીમેન્સ બેલ્ટ ડાયનામોમીટર (Siemens Belt Dynamometer)**—આ જાતના ટ્રાન્સમીશન ડાયનામોમીટરથી મશીન (સાંચા)ને ચલાવનારા પટાની ટાઈટ અને લોલી બાજુઓ ઉપરનાં



આકૃતિ ૩૫

ખેંચાણો વચ્ચેનો તફાવત માપવામાં આવે છે. આકૃતિ ૩૬માં બતાવ્યા પ્રમાણે D ગ્રાઈવીંગ પુલી છે અને F ફેલોઈંગ અથવા મશીન ઉપરની પુલી છે. મશીનને ચલાવનારા પટાને ગાઈડ પુલીઓ A અને B ઉપરથી લઈ જવામાં આવે છે, જે ગાઈડ પુલીઓને એક ચોકઠાં એટલે ફ્રેમ (frame) Eમાં જડેલી છે. પટાના બંને બાજુના ઝેંકના ખુણાઓ પુલીઓ C વડે એક સરખા રાખવામાં આવે છે. જો  $T_1$ ,  $T_2$  પટાનાં સૌથી વધુ ખેંચાણો હોય, અને  $T_1$ ,  $T_2$  પટાનાં સૌથી ઓછાં ખેંચાણો હોય, તો  $T_1$  એ  $T_2$  ને લીધે ફ્રેમ Eને ઉપર ઉચ્ચતારાં પરિણામનાં જોર (resultant upward force)  $R_1$  કરતાં વધારે મોટું નીચે દબાવનારું પરિણામનું જોર (resultant downward force)  $R_2$  આપશે. તેટલા માટે ફ્રેમને તેનાં સ્થાને પકડી રાખવા માટે ઉપરની દિશામાં કાર્ય કરતું જોર  $P = R_1 - R_2$  આપવું જોઈશે, અને જો આ જોર Pને માપવામાં આવે, તો તે ઉપરથી  $T_1$  અને  $T_2$  તથા પટાના ઝેંકના ખુણાઓ શોધી શકાય.

ધારો કે,  $R =$  મશીન ઉપરની પુલીની ત્રિજ્યા ઝુટમાં

$N =$  એક મીનીટમાં તે પુલીના આંટાની સંખ્યા

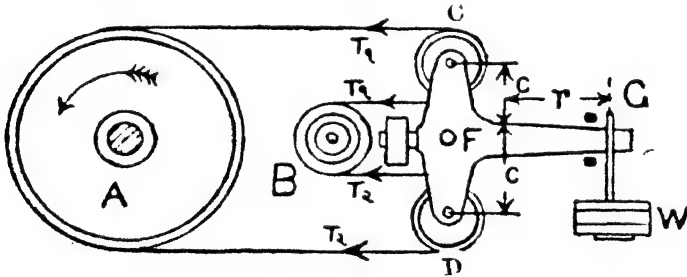
ત્યારે, એક આંટામાં થયેલું કામ  $= (T_1 - T_2) \times 2 \pi R$  ફુટ-પૌંડ.

$$\text{અને B. H. P.} = \frac{(T_1 - T_2) \times 2 \pi R N}{33000}$$

**ફ્રુડ એન્ડ થોર્નીક્રોફ્ટ ટ્રાન્સમીશન ડાયનામોમીટર**  
(**Froude and Thorneycroft Transmission Dynamometer**)—આકૃતિ ૩૬માં ફ્રુડ એન્ડ થોર્નીક્રોફ્ટ ડાયનામોમીટર બતાવ્યો છે. આ ડાયનામોમીટરમાં પણ મશીનને ચલાવનારા પટાનાં ખેંચાણો વચ્ચેનો તફાવત એક હોર્સપાવરની ગણતરી કરવા માટે માપવામાં આવે છે. A ગ્રાઈવીંગ એટલે ચલાવનારી પુલી અને

## કુડ એન્ડ થોર્ન કોફ્ટ્રાન્સમીશન ડાયનામોમીટર ૧૧૫

B મશીન ઉપરની ફ્રીવન (ચલાવવામાં આવતી) પુલી છે. એ ગાઇડ પુલીઓ C અને D એ T આકારની ફ્રેમ એટલે ચોક્કસ ઉપર બેસાડેલા સ્પીન્ડલ ઉપર દીલી ફરે છે. આ ફ્રેમને તેના ફલકમ F ઉપર આમતેમ ફરી શકે એમ બેસાડેલી છે. પટાને પુલી A ઉપરથી આકૃતિમાં દેખાડ્યા પ્રમાણે D, B, અને Cની ફરતે લઇ જવામાં આવે છે. ગાઇડ પુલીઓના ઉપયોગને લીધે જે કાંઇ ધર્ષણ ઉત્પન્ન થાય તે ધ્યાનમાં ન લઈએ તો આ ગાઇડ પુલીઓ ઉપરથી પટો પસાર થવાને સમયે પટાનાં ખેંચાણો અથવા તાણોમાં કશો ફેરફાર થતો નથી, તેથી આપણને લીવરના ઉપલી તરફના ભાગ ઉપર ખેંચાણ કરતાં બે જોરો  $T_1$  અને  $T_2$ , તથા લીવરના નીચલી તરફના ભાગ ઉપર કાર્ય કરતાં બીજાં બે જોરો  $T_2$  અને  $T_2$  મળશે. આ ખેંચાણોનાં મોમેન્ટસને સમતોલ રાખવાને એક જોર W જોઈશે. Cમાંથી કાર્ય કરતો પટાની ટાઈટ બાળુ ઉપરનાં ખેંચાણોનો રીઝલ્ટન્ટ ૨  $T_1$  બરાબર લઈએ, અને વળી Dમાંથી કાર્ય કરતો પટાની દીલી બાળુ ઉપરનાં ખેંચાણોનો રીઝલ્ટન્ટ ૨  $T_2$  બરાબર લઈએ, ત્યારે—



આકૃતિ ૩૬

$W \times GF = (2T_1 \times FC) - (2T_2 \times FD)$ , અને જો આર્મ્સ FC અને FD સરખા હોય, કે જેમ હમેશાં હોય છે, તો

$$W \times GF = 2 \times FC (T_1 - T_2)$$

$$\therefore T_1 - T_2 = \frac{W \times G \cdot F}{2 F C}$$

ધારો કે,  $r$  = આર્મ્સ GF કુટમાં,

$c$  = આર્મ્સ FC અને FDની લંબાઈ કુટમાં કે  
જેઓ બન્ને એક સરખા હોય છે,

$W$  = લીવરને સમતોલ રાખનારું જોર પૌંડમાં,

$d$  = મશીનની પુલીનો વ્યાસ કુટમાં,

અને  $N$  = એક મીનીટમાં મશીનની પુલીના આંટાની સંખ્યા.

$$\text{ત્યારે, } T_1 - T_2 = \frac{W \times r}{2c}$$

$$\begin{aligned} \text{અને એક હોર્સપાવર} &= \text{B. H. P.} = \frac{\pi d N (T_1 - T_2)}{33000} \\ &= \frac{\pi d N W r}{33000 \times 2c} \end{aligned}$$

**તોર્શન મીટર (Torsion Meter)** વડે માપવામાં આવતા શાફ્ટના હોર્સપાવર—સ્ટીમરો, મીલો અને મોટાં ઇલેક્ટ્રીક પાવર સ્ટેશનો ચલાવવા માટે હાલમાં સ્ટીમ ટર્બાઈન્સ (Steam turbines) વપરાવા લાગ્યાં છે. જેમ રેસીપ્રોકેટીંગ (આમતેમ ચાલતાં) સ્ટીમ એન્જીનોનાં સીલીન્ડરોમાં ઉત્પન્ન થતા હોર્સપાવર ઇન્ડીકેટર ડાયગ્રામ વડે માપી શકાય છે તેમ ટર્બાઈન્સની બાબતમાં બની શકતું નથી, કારણ કે ટર્બાઈન્સના અંદરના ભાગો ગોળ ફરતા હોવાથી તે ઉપરથી ઇન્ડીકેટર ડાયગ્રામ લઈ શકાતા નથી. વળી ટર્બાઈન વડે ઉત્પન્ન થતો પાવર એટલો બધો મોટો હોય છે કે તે પાવર માપવા માટે સાધારણ ડાયનામોમીટર સગવડ ભરેલાં હોતાં નથી, તેથી આ માટે શાફ્ટ વડે સંચારણ થતા પાવર માપવાની રચના દાખલ કરવામાં આવી છે. આ રચનાને **તોર્શન મીટર (Torsion Meter)** કહે છે. એમાં શાફ્ટની આપેલી લંબાઈ ઉપર શાફ્ટ જેટલે ખુણે અમળાય છે તે ખુણો માપવામાં આવે છે, અને આ ખુણો તથા શાફ્ટની ઝડપ અને શાફ્ટની પોતાની અમુક વિગતો ઉપરથી હોર્સપાવર સહેલાઈથી મેળવવામાં આવે છે.

ધારો કે,  $d$  = નક્કર શાફ્ટનો વ્યાસ ઇંચમાં,

$a$  = શાફ્ટ જેટલે ખુણે અમળાય તે ખુણો ડીગ્રી (ઑંશ)માં,

$L$  = શાફ્ટની જેટલી લંબાઈ ધ્યાનમાં લીધી હોય તે લંબાઈ ફુટમાં,

$D$  અને  $d$  = પોકળ શાફ્ટના અનુક્રમે બહારના અને અંદરના વ્યાસો ઇંચમાં,

ત્યારે, નક્કર શાફ્ટ માટે—

$$\text{ત્વીસ્તીંગ મોમેન્ટ} = T. M. = \frac{140 \, d^4 \, a}{L} \text{ ફુટ-પૌંડ}$$

અને પોકળ શાફ્ટ માટે—

$$\text{ત્વીસ્તીંગ મોમેન્ટ} = T. M. = \frac{140 (D^4 - d^4) \, a}{L} \text{ ફુટ-પૌંડ}$$

એમાં ૧૪૦ નિયંત સંખ્યા છે જે સંખ્યા શાફ્ટ જે ધાતુની અનેલી હોય તે ધાતુનાં મોડ્યુલસ ઓફ ઇલેસ્ટીસીટી ઉપર આધાર રાખે છે. માઇલ્ડ સ્ટીલની શાફ્ટ માટેનો મોડ્યુલસ ઓફ ઇલેસ્ટીસીટી ૩૦,૦૦૦,૦૦૦ થી કાંઈક ઓછો લેતાં તે માટેની નિયંત સંખ્યા ૧૪૦ મળે છે.

શાફ્ટનો અમળાવાનો ખુણો શાફ્ટની લંબાઈનાં સીધાં પ્રમાણમાં ફેરફાર થશે, અને શાફ્ટના વ્યાસના ચતુર્થાંત (fourth power)નાં ઉલટાં પ્રમાણમાં ફેરફાર થશે.

ઉપર આપેલી ફોર્મ્યુલા વડે ત્વીસ્તીંગ મોમેન્ટ મેળવ્યા પછી હોર્સપાવર નીચે પ્રમાણે મેળવી શકાશે:—

$$\text{હોર્સપાવર} = \frac{T. M. \times 2 \pi N}{33000}, \text{ એમાં}$$

$N$  = એક મીનીટમાં શાફ્ટના આંટાની સંખ્યા.

**દાખલો ૧**—એક ફ્રીક્શન ડાયનામોમીટરનાં લીવરને છેડે ૬૦ પૌંડનું વજન લાધેલું છે, જે વજનનો આર્મ ૩૦ ઇંચ છે. દર મીનીટ આંટાની સંખ્યા ૧૦૦ છે, તો એક હોર્સપાવર શોધો.



$$B. H. P. = \frac{W \times 2 \pi R N}{33000}$$

$$\therefore B. H. P. = \frac{૬૦ \times ૨ \times ૨૨ \times ૩૦ \times ૧૦૦}{૭ \times ૧૨ \times ૩૩૦૦૦} = ૨.૮૬$$

**દાખલો ૨**—ઉપલા દાખલામાં એક વડે દર મીનીટે ઉત્પન્ન થતો ઉષ્ણતાનો જથ્થો B. T. U.માં શોધો.

$$\begin{aligned} \text{દર મીનીટે ઉત્પન્ન થતી શક્તિ} &= ૨.૮૬ \times ૩૩૦૦૦ \\ &= ૯૪૩૮૦ \text{ યુટ-પૌંડ.} \end{aligned}$$

$$૭૭૮ \text{ યુટ-પૌંડ} = ૧ \text{ B. T. U.}$$

$$\therefore \text{દર મીનીટે ઉત્પન્ન થતા B. T. U.} = \frac{૯૪૩૮૦}{૭૭૮} = ૧૨૧.૩$$

**દાખલો ૩**—એક ઓઈલિંગ એન્જીનના એક હોર્સપાવર માપવા માટે તેનાં ફ્લાઈ વ્હીલ ઉપર શેપ એક ડાયનામોમીટર વપરાયો છે. ફ્લાઈ વ્હીલનો વ્યાસ ૫ ફુટ છે અને દોરડાનો વ્યાસ  $\frac{૧}{૨}$  ઇંચ છે. દર મીનીટે ૧૮૩ આંટાની ઝડપે જ્યારે ફ્લાઈ વ્હીલ ફરે છે ત્યારે દોરડાને છેડે ૬૭ $\frac{૧}{૨}$  પૌંડનું વજન લટકાવવામાં આવ્યું છે, અને તેજ વેળાએ સ્પ્રીંગ બેલન્સ ૪ $\frac{૩}{૪}$  પૌંડ દર્શાવે છે, તો એક હોર્સપાવર શોધો.

$$\begin{aligned} \text{શેપ એકમાં B. H. P.} &= \frac{૨ \pi R N (W - P)}{33000} \\ &= \frac{૨ \times \frac{૨૨}{૭} \times \frac{૧૨૧}{૪} \times ૧૮૩ (૬૭\frac{૧}{૨} - ૪\frac{૩}{૪})}{33000} \\ &= \frac{૨ \times ૨૨ \times ૧૨૧ \times ૧૮૩ \times ૬૨.૭૫}{33000} = ૫.૫૧ \end{aligned}$$

**દાખલો ૪**—દાખલા ત્રિજ્ઞમાં એન્જીનના ઇન્ડીકેટેડ હોર્સપાવર ૬.૪ માલમ પડ્યા છે, તો તે એન્જીનની મીકેનિકલ એફીશીઅન્સી શોધો, અને વળી દર મીનીટે એન્જીનમાંનાં ધર્ષણના અવરોધો દુર કરવામાં કેટલી શક્તિ વ્યર્થ ગઈ હશે તે શોધો.

$$\begin{aligned}\text{મીકેનિકલ એફીશીઅન્સી} &= \frac{\text{B. H. P.}}{\text{I. H. P.}} \\ &= \frac{4.41}{6.8} = \underline{0.65}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{વ્યર્થ જતા હોર્સ પાવર} &= 6.8 - 4.41 \\ &= 2.39\end{aligned}$$

$$\therefore \text{વ્યર્થ જતી શક્તિ} = 2.39 \times 33000 = \underline{78870 \text{ ફુટ-પૌંડ.}}$$

**દાખલો ૫**—એક મરીન સ્ટીમ ટર્બાઈનના હોર્સ પાવર શોધવા માટે પ્રોપેલર શાફ્ટ જે દર મીનીટે ૪૮૦ આંટાની ઝડપે ફરે છે તેની ૨૦ ફુટ લંબાઈનો અમળાવાનો ખુણો તપાસવામાં આવ્યો તો તે ૧.૭૫ ડીગ્રી માલમ પડ્યો. શાફ્ટ જે નક્કર છે તે ૭ ઇંચના વ્યાસની છે. શાફ્ટ જે ધાતુની બનેલી છે તે ધાતુનો મોડ્યુલસ ઓફ ઇલેસ્ટીસિટી (modulus of elasticity) દર ચોરસ ઇંચે ૧૨૦૦૦૦૦૦૦ પૌંડ છે એમ જાણીતું છે, તો છેડાના ધક્કા (end thrust)ની અસર ધ્યાનમાં ન લેતાં હોર્સ પાવર શોધો.

$$\begin{aligned}\text{ટર્બાઈન મોમેન્ટ} &= T. M. = \frac{180 d^4 n}{L} \text{ ફુટ-પૌંડ.} \\ &= \frac{180 \times 7 \times 7 \times 7 \times 7 \times 1.75}{20} \\ &= 26812.25 \text{ ફુટ-પૌંડ}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{હોર્સ પાવર} &= \frac{T. M. \times 2\pi N}{33000} \\ &= \frac{26812.25 \times 2 \times 22 \times 480}{33000 \times 9} \\ &= \underline{2666.12}\end{aligned}$$

**દાખલો ૬—**એક એન્જનના એક હોર્સ પાવર નક્કી કરવા માટે રોપ એક ડાયનામોમીટર વપરાયો છે. ફ્લાઈ વ્હીલનો વ્યાસ ૧૦ ફુટ છે, અને તે દર મીનીટે ૧૦૦ આંટાની ઝડપે ફરે છે. દોરડાંને નીચલે છેડે લાધેલું વજન ૧૦૦૦ પૌંડ છે, અને તેજ વેળાએ સ્પ્રીંગ બેલન્સ વડે દર્શાવતું સામું ખેંચાણ ૧૦૦ પૌંડ છે. દોરડાંનો વ્યાસ ૧ ઇંચ છે, તો એક હોર્સ પાવર શોધો. જો એન્જનની મીકેનિકલ એફીશીઅન્સી ૮૦ ટકા હોય, તો ઇન્ડીકેટેડ હોર્સ પાવર શોધો.

ફ્લાઈ વ્હીલની કાર્યસાધક ત્રિજ્યા = ફ્લાઈ વ્હીલની ત્રિજ્યા + દોરડાંની ત્રિજ્યા

$$= ૬૦'' + \frac{૧}{૩}'' = ૬૦\frac{૧}{૩}''$$

$$= \frac{૧૨૧}{૩} \times \frac{૧}{૩} = \frac{૧૨૧}{૯} \text{ ફુટ.}$$

$$\text{એક હોર્સ પાવર} = \frac{૨\pi R N (W - P)}{૩૩૦૦૦}$$

$$= \frac{૨ \times ૨૨ \times ૧૨૧ \times ૧૦૦ (૧૦૦૦ - ૧૦૦)}{૭ \times ૨૪ \times ૩૩૦૦૦}$$

$$= \underline{૮૬.૪૨}$$

$$\text{B. H. P.} \quad \text{B. H. P.} \quad \text{I. H. P.}$$

$$૮૦ \quad : \quad ૮૬.૪૨ \quad :: \quad ૧૦૦$$

$$\text{I. H. P.} = \frac{૮૬.૪૨ \times ૧૦૦}{૮૦} = \underline{૧૦૮}$$

### એકસર્સાઈઝ પમી.

૧. પ્રોની એકની આકૃતિ કાઢી તેનું વર્ણન આપો. આ જાતનો ડાયનામોમીટર એક એન્જનના એક હોર્સ પાવર નક્કી કરવા માટે વપરાયો છે. ફ્લાઈ વ્હીલ દર મીનીટે ૧૪૦ આંટાની ઝડપે ફરે છે. ફ્લાઈ વ્હીલનાં મધ્યબિંદુથી ત્રણ ફુટ દુર ૨૦૦ પૌંડનું વજન લાધવામાં આવ્યું છે, તો તે એન્જનના એક હોર્સ પાવર શોધો.

૨. એક ઓઈલ એન્જીનના એક હોર્સ પાવર નક્કી કરવા માટે શાપ એક ડાયનામોમીટર વપરાયો છે. કેંક શાફ્ટ ઉપર એસાડેલું ફ્લાઈ વ્હીલ દર મીનીટે ૨૫૦ આંટાની ઝડપે ફરે છે અને તેનો વ્યાસ ૫ ફુટ છે. સ્પ્રીંગ બેલન્સ ૧૨ પૌંડનું ખેંચાણ દર્શાવે છે અને ૩૩ વેટ (દોરડાંને છેડે લાધેલું વજન) ૭૫ પૌંડ છે, તો એક હોર્સ પાવર શોધો, અને એક વડે દર મીનીટે ઉત્પન્ન થતો ઉષ્ણતાનો જથ્થો B.T.U.માં શોધો.

૩. દાખલા બીજામાંના એન્જીનના ઇન્ડીકેટેડ હોર્સ પાવર ઇન્ડીકેટર ડાયગ્રામ વડે ૮.૬ માલમ પડ્યા છે, તો તે એન્જીનની મીકેનિકલ એફીશીયન્સી શોધો, અને વળી એન્જીનમાં ધર્પણના અવરોધ દૂર કરવામાં દર મીનીટે વ્યર્થ જતી શક્તિ શોધો.

૪. એક નાનાં ડી લેવલ (De Laval) સ્ટીમ ટર્બાઇનના એક હોર્સ પાવર નક્કી કરવા માટે પ્રોની એક વપરાય છે. સેકન્ડ મોશન શાફ્ટ ઉપર એસાડેલી એક પુલી ઉપર એકને મુકેલી છે. શાફ્ટ દર મીનીટે ૨૯૯૨ આંટાની ઝડપે ફરે છે. એક ઉપર ૫ પૌંડનું વજન લાધેલું છે, જે ધરીથી ૧૮ ઇંચ દુર છે, તો એક હોર્સ પાવર શોધો.

૫. એક સ્ટીમ એન્જીનનાં સીલીન્ડરનો વ્યાસ ૯ ઇંચ છે, અને સ્ટ્રોકની લંબાઈ ૧૬ ઇંચ છે. આંટાની સંખ્યા દર મીનીટે ૨૧૦ છે, અને વરાળનું સરેરાશ કાર્યસાધક દબાણ દર ચોરસ ઇંચ દીઠ ૩૫ પૌંડ છે, તો ઇન્ડીકેટેડ હોર્સ પાવર શોધો. આ એન્જીનના એક હોર્સ પાવર પ્રોની એક ડાયનામોમીટર વડે ટેસ્ટ કરવામાં આવે છે. પ્રોની એકને કેંક શાફ્ટ ઉપર સંજોડ કરેલી પુલી કે જેનો વ્યાસ ૫ ફુટ છે તે ઉપર મુકેલી છે. એક ઉપરનો કાર્યસાધક લોડ ૩૧૦ પૌંડ છે, અને તેને ૨ ફૂટની ત્રિજ્યાએ લાધેલું છે; તો એક હોર્સ પાવર શોધો, અને મીકેનિકલ એફીશીયન્સી શોધો.

૬. એપ્સોર્પશન અને ટ્રાન્સમીશન ડાયનામોમીટર વચ્ચેનો તફાવત સમજાવો. એક પોર્ટેબલ એન્જીનનો પાવર ફ્લાઈ વ્હીલની ઉપરથી

તેની ઉપલી અર્ધ ગોળાકા ઉપર પસાર થતા પટા વડે ટેસ્ટ કરવામાં આવે છે. ફલાઇ બ્હીલનો વ્યાસ ૫૪ ઇંચ છે. પટાના એક છેડાને સ્પ્રીંગ બેલન્સ સાથે સંજ્ઞક કરેલો છે અને બીજે છેડે એક વજન લટકાવેલું છે. જ્યારે એન્જીન દર મીનીટે ૧૬૦ આંટાની ઝડપે ફરતું હોય, અને જો લટકાવેલું વજન ૩૦૦ પૌંડ અને પટાના સંજ્ઞક કરેલા છેડા ઉપરનું ખેંચાણ સ્પ્રીંગ બેલન્સ વડે ૧૯૫ પૌંડ હોય, તો તે એન્જીનના એક હોર્સ પાવર શોધો.

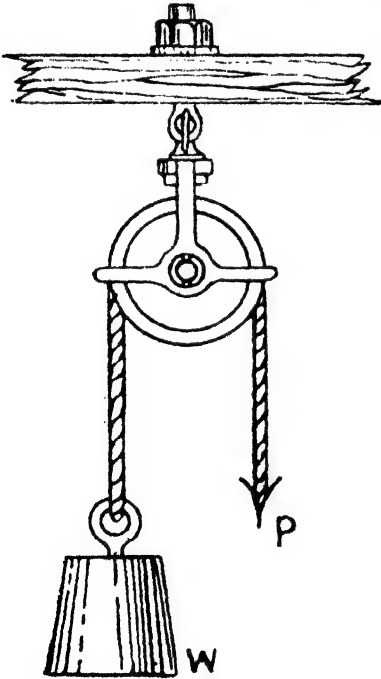
૭. એક ગેસ એન્જીનના એક હોર્સ પાવર રોપ એક ડાયનામો-મીટર વડે માપવામાં આવે છે. એક પુલી (જે પુલી ઉપર એક મુકવામાં આવી હોય તે પુલી)નો વ્યાસ ૩૬ ફુટ છે, અને તે દર મીનીટે ૩૬૦ આંટાની ઝડપે ફરે છે. દોરડાંને છેડે લટકાવેલું વજન ૭૦ પૌંડ છે, અને સ્પ્રીંગ બેલન્સ ૩ પૌંડ દર્શાવે છે. દોરડાંનો વ્યાસ ૩૬ ઇંચ છે, તો એક હોર્સ પાવર શોધો.

૮. એક મરીન સ્ટીમ ટર્બાઇનના હોર્સ પાવર શોધવા માટે “ તોર્શન મીટર ” વપરાયું છે. પ્રોપેલર શાફ્ટનો વ્યાસ ૧૨ ઇંચ છે, અને તોર્શન ગીઅર શાફ્ટની ૧૦ ફુટની લંબાઈ ઉપર જોડવામાં આવ્યું છે. જ્યારે શાફ્ટ દર મીનીટે ૧૮૦ આંટાની ઝડપે ફરે છે ત્યારે શાફ્ટની ૧૦ ફુટની લંબાઈ ઉપરનો અમળાવાનો ખુણો ૦ ડીગ્રી ૪૮ મીનીટસ માલમ પડ્યો તો હોર્સ પાવર નક્કી કરો.

## પ્રકરણ પમું

પુલી બ્લોક (ધરેડી અથવા કપ્પી); સ્નેય-  
બ્લોક; પુલી બ્લોક ટેકલ.

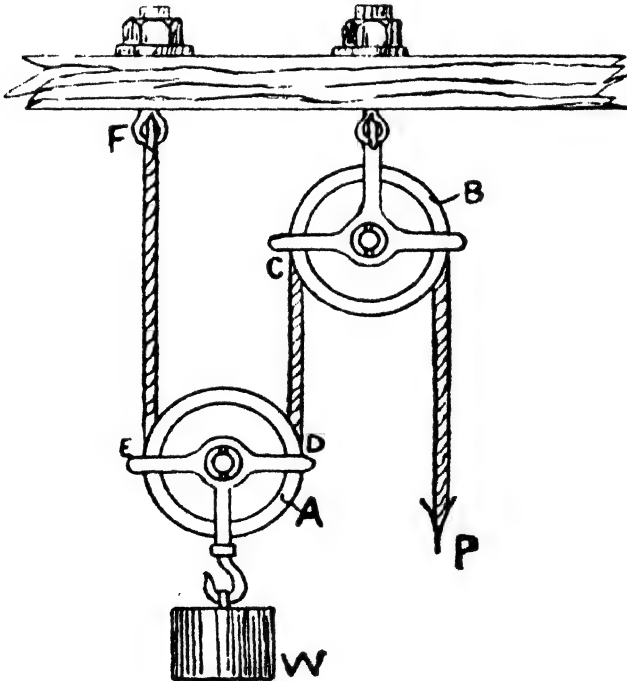
સાદા પુલી બ્લોક (Simple pulley block એટલે



આકૃતિ ૩૭

ધરેડી અથવા કપ્પી)—વજનો ઉપાડવાની સાંથી સાદી રચના કપ્પી એટલે પુલીને કોઈ પણ ઉંચાઈએ આપેલા બીમ એટલે ભારવટીઆ ઉપરથી લટકાવી તે ઉપરથી દોરકું પસાર કરવાથી મળી શકે છે, જુઓ આકૃતિ ૩૭. દોરકાંના એક છેડા સાથે વજન બાંધી બીજે છેડે જોર લાગુ પાડી તે વજનને ઉંચકી શકાય છે. આ રચનાને પુલી બ્લોક કહે છે. આપણે પહેલા ભાગમાં શીખી ગયા કે વહીલ અને એક્સલનો નિયમ સાદા લીવરને મળતો છે. જો વહીલ અને એક્સલના વ્યાસો એક સરખા રાખવામાં આવે તો P અને Wના આર્મ સરખા થાય, અને Pની જોટલી ગતિ તેટલીજ

Wની ગતિ થાય. સાદા પુલી બ્લોકની રચનામાં એજ પ્રમાણે હોય છે, પણ ફરક માત્ર એટલોજ કે પુલી બ્લોકમાં P અને W એકજ ક્ષેત્રમાં હોય છે. એમાં P અને Wના આર્થ સરખા હોય છે, તેથી જો આપણે ધર્ષણ, વિગેરે ધ્યાનમાં ન લઈએ અને દોરી સંપૂર્ણ નમનશીલ (flexible) છે એમ માની લઈએ, તો P અને W સરખા છે, અને યાંત્રિક લાલ એટલે મીકેનિકલ એડવાન્ટેજ કશો મળતો નથી, અને P તથા Wની ગતિ એકજ સરખી છે. ખીમ ઉપરનું ખેંચાણ  $P + W$  છે. આ રચનામાં જો પુલી વપરાય છે તેને શીવ (Sheave ધરેડી) કહેવામાં આવે છે, અને તેમાં એકજ ધરી ઉપર સ્વતંત્ર રીતે ફરતી એક, બે, ત્રણ અથવા વધુ શીવ્ઝ (ધરેડી) વપરાય છે, અને તેને અનુક્રમે સિંગલ બ્લોક, ડબલ બ્લોક, ત્રેબલ બ્લોક, વિગેરે કહેવામાં આવે છે.



આકૃતિ ૩૮

જો આકૃતિ ૩૭માં દેખાડેલો દોરડાં સાથનો સીંગલ બ્લોક ઉલટાવવામાં આવે અને દોરડાંનો એક છેડો બીમ એટલે ભારવટીઆ સાથે બાંધી બીજો છેડો એક સ્થાઈ (fixed) પુલી બ્લોક ઉપરથી પસાર કરી તે છેડા ઉપર જોર P લાગુ પાડવામાં આવે અને ઉલટાવેલા બ્લોકના હુક ઉપર વજન લટકાવવામાં આવે તો આપણને આકૃતિ ૩૮માં દેખાડેલી રચના મળે છે. એમાં વપરાયેલી સ્થાઈ પુલી B જોર P અને વજન W વચ્ચેનાં પ્રમાણને અસર કર્યા શિવાય માત્ર દોરડાંની દિશા ફેરવે છે. દોરડાં ઉપરનું તાણ અથવા ખેંચાણ તેની આખી લંબાઈએ જોર Pની બરાબર છે. આ પ્રમાણે FE અને CD ભાગો ઉપરનું ખેંચાણ Pની બરાબર છે, તેટલા માટે ઉપરની દિશામાં કાર્ય કરતાં દરેક Pની બરાબરનાં બે જોરો વડે નીચલી દિશામાં કાર્ય કરતો W ટેકવાય છે.

$$\therefore W = ૨ P, \text{ અને } P = \frac{W}{૨}.$$

આ ઉપરથી નક્કી થાય છે કે જો Pની ગતિ ૨ ફુટ હશે તો Wની ગતિ એક ફુટ થશે, કારણ કે જો ૨ ફુટ અંતર સુધી જોર Pને લાગુ પાડવામાં આવે તો Cથી F સુધીની દોરડાંની લંબાઈ ૨ ફુટ જેટલી ઓછી થશે, તેટલા માટે CD અને EF એ દરેક ભાગો કે જેમાં દોરડું વિભક્ત થયેલું છે તે એક ફુટ ટુંકા થશે, પણ એ Wની ઉપર જતી ગતિ થશે. તેટલા માટે ક્રમના નિયમ પ્રમાણે—

$$P \times P\text{ની ગતિ} = W \times W\text{ની ગતિ}$$

$$P \times ૨ = W \times ૧$$

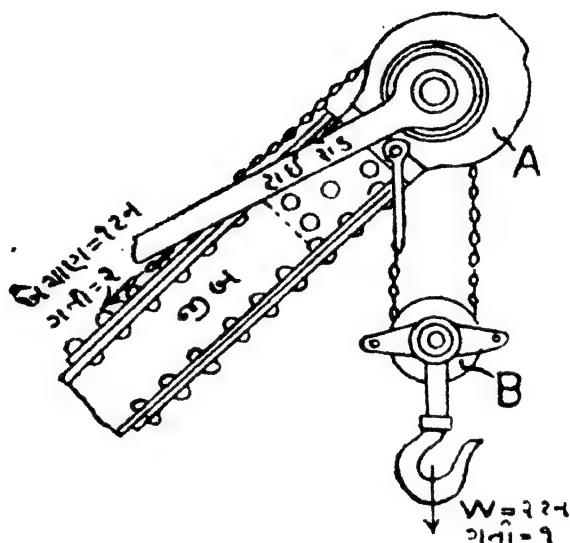
$$\therefore P = \frac{W}{૨}, \text{ અને } W = ૨P,$$

$$\text{અથવા, યાંત્રિક લાભ} = \frac{W}{P} = \frac{૨P}{P} = ૨ \text{ છે, અને બીમ ઉપરનું}$$

$$\text{ખેંચાણ} = P + W = P + ૨ P = ૩ P \text{ છે.}$$



**સ્નેચ બ્લોક (Snatch Block)**—આકૃતિ ૩૯માં સ્નેચ બ્લોકની રચના બતાવી છે, એમાં આગળ વર્ણુવ્યા જેવી ઉપર નીચે ખસેડી શકાય એવી (મુવએબલ movable) પુલી હોય છે, જે જીઅ-કેન અથવા ચાઇનીઝ વીન્ડલેસ (Chinese Windlass) વડે ઉપાડવાનાં વજનો ટેકવવા માટે વપરાય છે. સાંકળ ઉપરનું ખેંચાણ



આકૃતિ ૩૯

કેનનાં ચોકઠાં (ફ્રેમીંગ framing) સાથે સજ્જડ કરેલી કેબ (crab)ની સાધારણ રચનાની મદદ વડે મેળવી શકાય છે. આ બાબતમાં સાંકળ કેબનાં બેરલ ઉપરથી જીઅને ઉપડે છેડે આપેલી પુલી A ઉપરથી પસાર થઈ ઉભી દિશામાં નીચે આવી સ્નેચ-બ્લોક પુલી Bની નીચેથી પસાર થાય છે, અને ત્યાંથી ઉભી દિશામાં ઉપર જઈ તેનો છેડો આકૃતિમાં દેખાડ્યા પ્રમાણે જીઅને મથાળે પુલી Aની નીચે જીઅની ઉપર આપેલા વેહમાં બોલ્ટ અને નટ વડે સજ્જડ કરવામાં આવે છે. જો કેબ ઉપરથી આવતી સાંકળનું ખેંચાણ ૧ ટન હોય તો ટેકવવામાં

આવતું વજન ૨ ટન થશે, કારણ કે સાંકળના બે વિભાગો વડે વજન ટેકવાય છે, જે દરેક વિભાગ ઉપરનું ખેંચાણ ૧ ટન જેટલું છે. આપેલા વખતમાં સાંકળની ગતિ Wની ગતિથી બમણી થશે, કે જેમ આકૃતિ ૩૮માં સમજાવ્યું છે.

**પુલીઓની જુદી જુદી રચનાઓ (Different systems of pulleys)**—પુલીઓની જુદી જુદી રચનાઓને “સીસ્ટમ ઓફ પુલીઝ” ને નામે ઓળખવામાં આવે છે. આ રચના સંખ્યામાં ત્રણ છે, જેમને અનુક્રમે “ફર્સ્ટ સીસ્ટમ ઓફ પુલીઝ”, “સેકન્ડ સીસ્ટમ ઓફ પુલીઝ”, અને “થર્ડ સીસ્ટમ ઓફ પુલીઝ” કહે છે.

**ફર્સ્ટ સીસ્ટમ ઓફ પુલીઝ (First system of pulleys)**—એમાં આકૃતિ ૪૦માં દેખાડ્યા પ્રમાણે જેટલાં દોરડાં એટલી ઉપર નીચે ખસેડી શકાય એવી (મુવએબલ movable) પુલીઓ હોય છે. એક દોરડું સ્થાઈ પુલી A ઉપરથી પસાર થઈ મુવએબલ એટલે ઉપર નીચે ખસેડી શકાય એવી પુલી Bની નીચેથી થઈ તે દોરડાંનો બીજો છેડો બીમ (ભારવટીઆ) સાથે બાંધવામાં આવે છે. એક બીજાં દોરડાંનો એક છેડો પુલી B સાથે બાંધી મુવએબલ પુલી Cની નીચેથી પસાર થઈ તેનો બીજો છેડો બીમ સાથે બાંધવામાં આવે છે, અને એ પ્રમાણે દરેક મુવએબલ પુલીને અકેક દોરડું લગાડેલું હોય છે. દરેક દોરડાં ઉપરનું ખેંચાણ આકૃતિ ઉપર લખ્યું છે અને તે નીચે પ્રમાણે છે:—

B પુલી આસપાસનાં દોરડાંના દરેક વિભાગ ઉપરનું તાણ = P.

C “ “ “ “ “ “ “ “ = ૨ P.

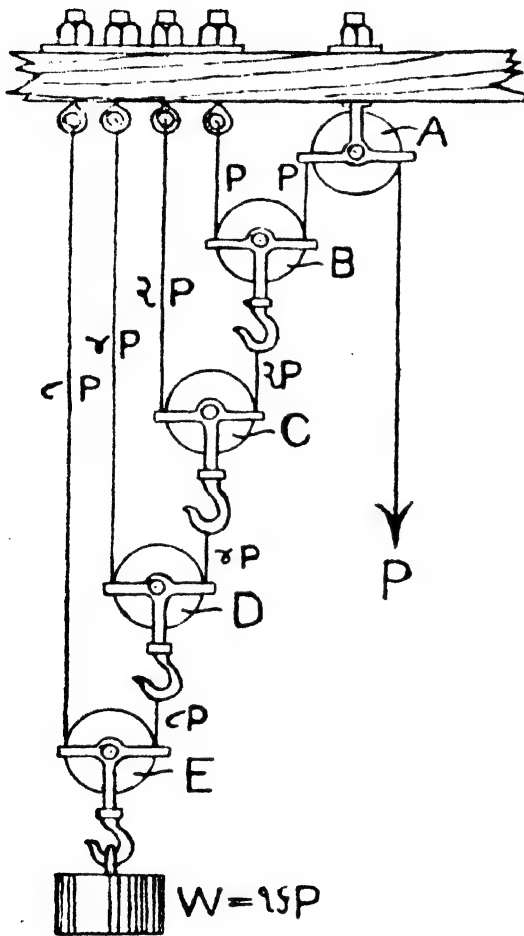
D “ “ “ “ “ “ “ “ = ૪ P.

E “ “ “ “ “ “ “ “ = ૮ P.

તેટલા માટે,  $W = ૧૬ P$ .

બીમ ઉપરનું ખેંચાણ =  $P + W = P + ૧૬ P = ૧૭ P$ .

જો એક બીજી વધુ પુલી લાગુ પાડી હોત, તો  $W = ૩૨ P$  થાત. બીજી બે પુલી વધારી હોત તો  $W = ૬૪ P$  થાત, અને



આકૃતિ ૪૦

શકાય એવી પુલીઓની સંખ્યા  $n$  અક્ષર વડે દર્શાવીએ, તો

$$W = 2^n P, \text{ અને } P = \frac{W}{2^n}, \text{ અને}$$

એ પ્રમાણે આગળ આવશે.

આ પરિણામ ઉપરથી

એક સામાન્ય નિયમ અથવા

ફોર્મ્યુલા ઉપજાવી શકાય

છે, કારણ કે એક મુવએબલ

એટલે ખસેડી શકાય એવી

પુલી વપરાઈ હોત તો

$W = 2 P$  અથવા

$2^1 P$  (બેનો પ્રથમ-

ધાત  $\times P$ ), જો બે પુલી

વપરાઈ હોત તો  $W = 4P$

અથવા  $2^2 P$  (બેનો

વર્ગ  $\times P$ ), જો ત્રણ

પુલી વપરાઈ હોત તો

$W = 8P$  અથવા  $2^3 P$

(બેનો ઘન  $\times P$ ), જો

ચાર પુલી વપરાઈ હોત

તો  $W = 16 P$  અથવા

$2^4 P$  (બેનો ચતુર્ધાત),

અને એ પ્રમાણે આગળ

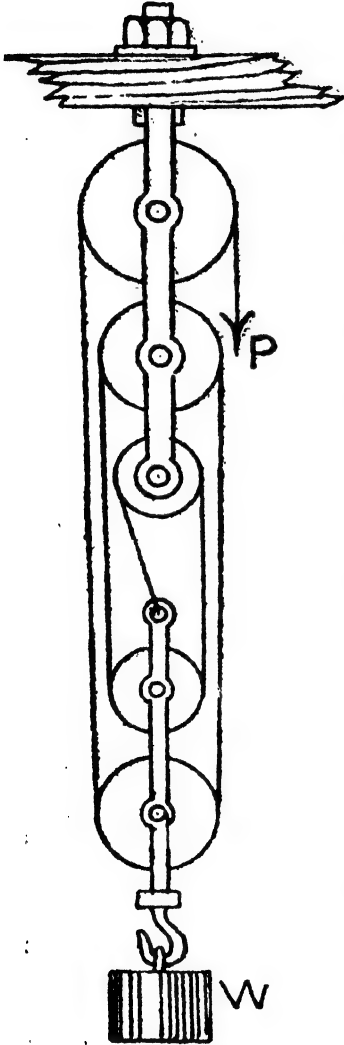
આવશે; તેથી જો મુવએબલ

એટલે ઉપર નીચે ખસેડી

યાંત્રિક લાભ =  $\frac{W}{P} = 2^n$  ગણો છે.

વળી Pની ગતિ : Wની ગતિ ::  $2^n : 1$ , અને

$$Wની ગતિ = \frac{Pની ગતિ}{2^n}$$



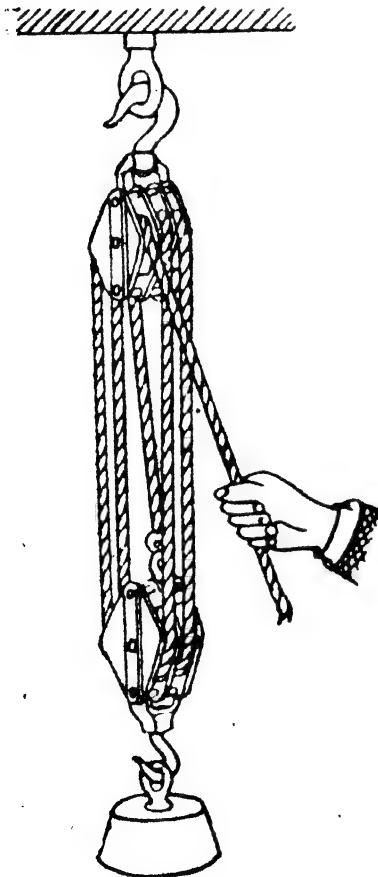
આકૃતિ ૪૧

આ ઉપરથી જણાશે કે આ રચનાને લીધે પાવરનો લાભ ઘણો જલદીથી વધી જાય છે. માત્ર એક પુલીના વધારે કરવાથી પાવર (બળ) બમણો થાય છે. પણ પુલી B પુલી Aનાં સંબંધમાં આવી જવાને લીધે Wની ગતિ પરિમિત થાય છે. પણ Bની ગતિ Wની ગતિ કરતાં ઘણી વધારે ઝડપી હોય છે, તેથી Wને પ્રમાણમાં અમુક હદ સુધીનાં અંતરેજ માત્ર ઉપાડી શકાય છે. આ કારણને લીધે એ રચના (સીસ્ટમ) વ્યવહારમાં લાગ્યેજ વપરાય છે.

### સેકન્ડ સીસ્ટમ ઓફ પુલીઝ (Second System of pulleys)

આકૃતિ ૪૧માં માત્ર એકજ દોરકું છે જે દરેક પુલીની આસપાસ વારાફરતી પસાર કરી જો છેવટે દોરકુંનો છેડો નીચલી પુલી તરફથી આવે તો દોરકું ઉપલી પુલી સાથે બાંધવામાં આવે છે, અને જો ઉપલી પુલી તરફથી આવે તો નીચલી પુલી તરફથી બાંધવામાં આવે છે. દોરકું ઉપરનું ખેંચાણ તેની આખી લંબાઈએ એક સરખું છે અને તે જોર Pની બરાબર

છે. આકૃતિમાં દેખાડ્યા પ્રમાણે નીચલી પુલી સાથે વજન દોરડાંના પાંચ વિભાગો વડે ટેકવાય છે, તેટલા માટે  $W = ૫ P$ , અથવા બે નીચલા ખસેડી શકાય એવા ( મુવએબલ ) બ્લોક ઉપરનાં દોરડાંના વિભાગોની સંખ્યા  $n$  અક્ષર વડે દર્શાવવામાં આવે તો  $W = nP$ ,  $P = \frac{W}{n}$ , અને યાંત્રિક લાભ  $= \frac{W}{P} = n$ .  $P$ ની ગતિ :  $W$ ની ગતિ ::  $n : ૧$ , તેટલા માટે  $P$ ની ગતિ  $= n \times W$ ની ગતિ.



આકૃતિ ૪૨

અને  $W$ ની ગતિ  $= \frac{P$ ની ગતિ  $n$ .

### પુલી બ્લોક ટેકલ (Pulley Block Tackle) —

આગળ વર્ણવેલી રચનામાં થોડા ઘણા સુધારો કરી વજનો ઉપાડવા માટે તેનો બહોળી રીતે ઉપયોગ કરવામાં આવે છે, અને આ સુધારેલી રચના “પુલી બ્લોક ટેકલ”ને નામે ઓળખાય છે. એમાં બ્લોકમાં એક બીજીની નીચે શીવ્ઝ રાખવાને બદલે તેમને પાસે પાસે મુકવામાં આવે છે. પુલી બ્લોક ટેકલની રચના આકૃતિ ૪૨માં દેખાડી છે. એમાં જોતાં જણાશે કે કુલ બ્લોકમાં ત્રણ અને નીચલા બ્લોકમાં બે શીવ્ઝ છે અને દરેક શીવની વચ્ચે પાતળી લોખંડની પ્લેટ રાખી છે. દરેક બ્લોકની શીવ્ઝ (ધરેડીઓ) એકજ લોખંડ અથવા પૌલાદના સ્પીન્ડલ ઉપર બેસાડવામાં આવે છે, અને તેઓ એક બીજીથી સ્વતંત્ર

ફરવાને છુટી છે. દોરડું આ બાબતમાં નીચલા બ્લોક સાથે બાંધવામાં આવે છે, અને ત્યાંથી તે ઉપલા બ્લોકની એક શીવ ઉપરથી પસાર થઈ નીચલા બ્લોકની એક શીવને તળીયેથી આવી પાછું ઉપલા બ્લોકની બીજી શીવની ઉપરથી પસાર થઈ નીચલા બ્લોકની બીજી શીવને તળીયેથી આવી પાછું ઉપલા બ્લોકની ત્રીજી શીવ ઉપરથી પસાર થઈ દોરડાંનો છેડો બહાર છુટો લટકતો રહે છે. આ છુટો છેડો જેને “ફાલ” (fall) કહે છે તે ઉપર જેર P લાગુ પાડવામાં આવે છે. આ રચનામાં ઉપલો બ્લોક સ્થાઈ છે અને નીચલો બ્લોક ઉપર નીચે ખસેડી શકાય એવો (મુવએબલ) છે. આકૃતિમાં જેતાં જણાશે કે વજન W પાંચ દોરડાંના વિભાગો વડે ટેકવાય છે, અને દરેક વિભાગ ઉપરનું ખેંચાણ જેર P જેટલું છે, તેટલા માટે

$$W = ૫ P, P = \frac{W}{૫}, \text{ અને}$$

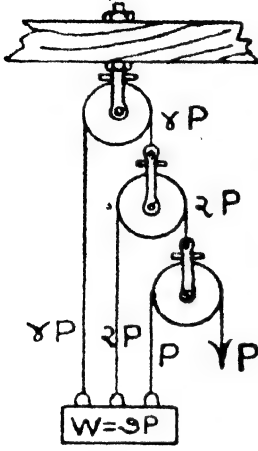
Pની ગતિ : Wની ગતિ :: ૫ : ૧

Pની ગતિ = ૫ × Wની ગતિ.

દરેક બાબતમાં નવાં આગળ નીચલા બ્લોકમાં ઉપલા બ્લોક કરતાં એક શીવ ઓછી હોય છે ત્યાં દોરડું હમેશાં નીચલા બ્લોક સાથે બાંધવામાં આવે છે અને દોરડાંના વિભાગોની સંખ્યા એકા હોય છે. જે ઉપલા અને નીચલા બ્લોકમાં શીવોની સંખ્યા સરખી હોય તો દોરડું ઉપલા બ્લોક સાથે બાંધવામાં આવે છે અને દોરડાંના વિભાગોની સંખ્યા એકી થશે.

**થર્ડ સીસ્ટમ ઓફ પુલીઝ (Third System of Pulleys)**—આકૃતિ ૪૩માં આ રચના બતાવી છે. એમાં જેટલી પુલીઓ (સ્થાઈ તેમજ ખસેડી શકાય એવી) હોય છે તેટલાં જુદાં દોરડાં હોય છે, અને દરેક દોરડું વજન સાથે બાંધવામાં આવે છે. જેટલી સ્થાઈ (ફિક્સડ) અને ખસેડી શકાય એવી (મુવએબલ) પુલીઓની સંખ્યા હોય તેનાથી એક સંખ્યા ઓછી દોરડાંની સંખ્યા ખસેડી શકાય

એવી (મુવએબલ) પુલીઓને ટેકવે છે, અને છેલ્લી મુવએબલ પુલી ઉપરથી પસાર થતાં દોરડાંને છેડે જોર  $P$  લાગુ પાડવામાં આવે છે.



આકૃતિ ૪૩

પહેલાં દોરડાંને છેડે લાગુ પાડેલાં જોર  $P$  આગળથી શરૂ કરતાં પહેલાં દોરડાંના દરેક વિભાગ ઉપરનું ખેંચાણ  $P$  છે, બીજાં દોરડાંના દરેક વિભાગ ઉપરનું ખેંચાણ  $2P$  છે, અને ત્રીજાં દોરડાંના દરેક વિભાગ ઉપરનું ખેંચાણ  $4P$  છે, અને એ પ્રમાણે આગળ દરેક બીજાં દોરડાં ઉપર આવશે, કે જે દરેક વખતે ખેંચાણ બમણું થતું જશે, અને આ ખેંચાણોનો સરવાળો વજન  $W$ ની બરાબર થશે.

$$W = P + 2P + 4P = 7P,$$

$$\text{અને } P = \frac{W}{7}.$$

જો આ રચનામાં વપરાયેલી સ્થાઈ અને ઉપર નીચે ખસી શકે એવી પુલીઓની કુલ સંખ્યા  $n$  અક્ષર વડે દર્શાવવામાં આવે, તો જ્યારે  $n = 1$  હોય ત્યારે  $W = P$  થશે; જ્યારે  $n = 2$  હોય ત્યારે  $W = P + 2P = 3P$  થશે; જ્યારે  $n = 3$  હોય ત્યારે  $W = P + 2P + 4P = 7P$  થશે; જ્યારે  $n = 4$  હોય ત્યારે  $W = P + 2P + 4P + 8P = 15P$  થશે; અને એ પ્રમાણે આગળ આવશે. આ સઘળું નીચે આપેલા નિયમ અથવા ફોર્મ્યુલામાં સમાઈ જાય છે:—

$$W = (2^n - 1)P, \quad P = \frac{W}{2^n - 1}, \quad \text{અથવા}$$

$$\text{યાંત્રિક લાભ} = \frac{W}{P} = 2^n - 1.$$

ઉપર આપેલી ત્રણે જાતની પુલીઓની રચનામાં મળેલા યાંત્રિક લાભોનાં પરિણામો માત્ર થીઅરી પ્રમાણે છે, પણ જ્યારે આપણે

સાધારણ પુલીઓ અથવા પુલી બ્લોક ટેકલ ઉપર વાસ્તવિક પ્રયોગ કરીએ છીએ ત્યારે વ્યવહારમાં ધર્ષણ વિગેરેને લીધે તે પરિણામો ખરાં જણાતાં નથી.

**દાખલો ૧**—પુલી બ્લોકની એક જોડી વડે એક વજન ઉપાડવામાં આવે છે. દરેક બ્લોકમાં ત્રણ શીઝ છે, તો દોરડાના છુટા છેડા (ફ્રી ફાલ) ઉપર ૫૦ પૌંડનું જોર લાગુ પાડી કેટલા પૌંડનું વજન ઉપાડી શકાશે? જો આ રચનાની એફીશીયન્સી ૦.૭ હોય તો કેટલું વજન ઉપાડી શકાશે?

આ રચનામાં વજન દોરડાના છ વિભાગો વડે ટેકવાય છે, માટે  
(૧) ધર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં—

$$W = 6 P$$

$$= 6 \times 50 = 300 \text{ પૌંડ}$$

(૨) ધર્ષણ ધ્યાનમાં લેતાં—

$$W = 6 P \times \text{એફીશીયન્સી}$$

$$= 6 \times 50 \times 0.7 = 210 \text{ પૌંડ}$$

**દાખલો ૨**—એક લીફ્ટીંગ ટેકલ બે પુલી બ્લોકની બનેલી છે. દરેક બ્લોકનું વજન ૧૫ પૌંડ છે. ઉપલા સ્થાઈ બ્લોકમાં બે શીઝ છે અને નીચલો બ્લોક સોંગલ મુવએબલ પુલી (એક ધરેડીવાળી ઉપર નીચે ખસી શકે એવી પુલી) છે. દોરડાના વિભાગો ઉભા છે, અને દોરડાનો ઉભો છેડો મુવએબલ બ્લોક સાથે બાંધેલો છે, તો મુવએબલ બ્લોક ઉપરથી લટકાવેલું ૨૦૦ પૌંડનું વજન ઉપાડવા માટે દોરડાને છુટે છેડે કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈશે, અને વળી તે વેળાએ ઉપલા બ્લોકનાં ટેકણુ બિંદુ ઉપર કેટલું દબાણ આવશે? એફીશીયન્સી  $E = 0.74$  છે.

$$\text{કુલ વજન} = W + \text{નીચલા બ્લોકનું વજન}$$

$$= 200 + 15 = 215 \text{ પૌંડ}$$



આ રચનામાં વજન દોરડાંના ત્રણ વિભાગો વડે ટેકવાયેલો છે, માટે

$$W = 3 P \times E, \text{ અને}$$

$$P = \frac{W}{3 \times E}$$

$$= \frac{૨૧૫}{૩ \times ૭૫} = \underline{૯૫.૫ \text{ પૌંડ}}$$

$$\begin{aligned} \text{ટેકણાબદ્ધ ઉપરનું દળાણ} &= P + W + \text{બંને બ્લોકનાં વજન} \\ &= ૯૫.૫ + ૨૦૦ + ૧૫ + ૧૫ \\ &= \underline{૩૨૫.૫ \text{ પૌંડ}} \end{aligned}$$

**દાખલો ૩—**ધારો કે તમારું પોતાનું વજન ૧૪૦ પૌંડ છે, અને તમે તમારી ખાંધ ઉપર ૫૬ પૌંડનું વજન ઉપાડી એક દાદર ઉપર ૨૦ ફુટની ઉંચાઈ ચઢો છો, તો કેટલાં કામનો ખર્ચ તમોએ કર્યો હશે, અને મશીન (ચંત્ર) તરીકે તમારી એફીશીઅન્સી એટલે કાર્યસાધકત્વ કેટલું હશે ?

$$\text{કુલ વજન} = ૧૪૦ + ૫૬ = ૧૯૬ \text{ પૌંડ}$$

$$\text{ખર્ચ કરેલું કામ અથવા શક્તિ} = ૧૯૬ \times ૨૦ = \underline{૩૯૨૦ \text{ ફુટ-પૌંડ}}$$

$$\text{ઉપયોગી કામ} = ૫૬ \times ૨૦ = ૧૧૨૦ \text{ ફુટ-પૌંડ}$$

$$\begin{aligned} \text{એફીશીઅન્સી ટકામાં} &= \frac{\text{ઉપયોગી કામ}}{\text{ખર્ચ કરેલી શક્તિ}} \times ૧૦૦ \\ &= \frac{૧૧૨૦}{૩૯૨૦} \times ૧૦૦ = \underline{૨૮.૫૭ \text{ ટકા.}} \end{aligned}$$

**દાખલો ૪—**ધારો કે લાકડાંના એક ગોળ ભારવટીઆ ઉપરથી પસાર થતું એક દોરડું તમારી પાસે છે, અને તે દોરડાંને એક છેડે તમે ૫૬ પૌંડનું વજન લટકાવો છો અને બીજે છેડે ૮૪ પૌંડનાં જોર વડે ખેંચો છો અને તેમ કરી તે વજનને ૧૦ ફુટ ઉંચે ઉપાડો છો, તો (૧) તમોએ કેટલું કામ અથવા શક્તિ ખર્ચ કરી હશે ? (૨) આ રચનાની કેટલા ટકા એફીશીઅન્સી હશે ? અને (૩) વ્યર્થ ગયેલું કામ કેટલા ટકા હશે ?

$$(૧) \text{ અર્થ કરેલી શક્તિ} = P \times S$$

$$= ૮૪ \times ૧૦ = \underline{૮૪૦ \text{ પુટ-પૌંડ}}$$

$$(૨) \text{ ઉપયોગી ક્રામ} = W \times H$$

$$= ૫૬ \times ૧૦ = \underline{૫૬૦ \text{ પુટ-પૌંડ}}$$

$$\begin{aligned} \text{એરીરીઅન્સી ટક્રામાં} &= \frac{\text{ઉપયોગી ક્રામ}}{\text{અર્થ કરેલી શક્તિ}} \times ૧૦૦ \\ &= \frac{૫૬૦}{૮૪૦} \times ૧૦૦ = \underline{૬૬.૬ \text{ ટક્રા}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (૩) \text{ વ્યર્થ ગયલું ક્રામ} &= \text{અર્થ કરેલું ક્રામ} - \text{ઉપયોગી ક્રામ} \\ &= ૮૪૦ - ૫૬૦ = \underline{૨૮૦ \text{ પુટ - પૌંડ}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ૮૪૦ : ૨૮૦ : : ૧૦૦ : \text{ટક્રા} \\ = \frac{૨૮૦ \times ૧૦૦}{૮૪૦} = \underline{૩૩.૩ \text{ ટક્રા}} \end{aligned}$$

દાખલો ૫—ધારો કે એક પુત્રી ઉપરથી પસાર થતાં દોરડાંને છેડે ૫૬ પૌંડનું વજન લટકાવી તેને બીજે છેડે ૭૦ પૌંડનું બેર લાગુ પાડી તે વજનને ૧૦ પુટની ઉંચાઈએ તમે ઉપાડો છો, તો પુત્રી આગળનાં ધર્મણને દુર કરવામાં કેટલા ટક્રા ક્રામ વ્યર્થ ગયું હશે ?

$$\begin{aligned} \text{અર્થ કરેલી શક્તિ} &= ૭૦ \times ૧૦ \\ &= \underline{૭૦૦ \text{ પુટ - પૌંડ}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ઉપયોગી ક્રામ} &= ૫૬ \times ૧૦ \\ &= \underline{૫૬૦ \text{ પુટ - પૌંડ}} \end{aligned}$$

$$\text{વ્યર્થ ગયલું ક્રામ} = ૭૦૦ - ૫૬૦ = ૧૪૦ \text{ પુટ - પૌંડ.}$$

$$૭૦૦ : ૧૪૦ : : ૧૦૦ : \text{વ્યર્થ ગયલું ક્રામ ટક્રામાં}$$

$$\therefore \text{વ્યર્થ ગયલું ક્રામ ટક્રામાં} = \frac{૧૪૦ \times ૧૦૦}{૭૦૦} = \underline{૨૦ \text{ ટક્રા}}$$

દાખલો ૬—એક પુત્રી બ્લોક ટેકલમાં ઉપલો બ્લોક ત્રેબલ બ્લોક છે અને નીચલો ડબલ બ્લોક છે. ૨ હંફેડવેટનું વજન નીચલા

બ્લોક ઉપરથી લટકાવેલું છે. જો ટેકલની એશીશીઅન્સી ૦.૭૫ હોય, તો આ વજન ઉપાડવા માટે દોરડાંના છુટા છેડા ઉપર કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈશે તે શોધો અને યાંત્રિક લાલ શોધો. વળી ધર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં યાંત્રિક લાલ શોધો.

આ બ્લોકમાં નીચલો બ્લોક અને વજન ૫ દોરડાંના વિભાગો વડે ટેકવાય છે, માટે

$$(૧) W = ૫ P \times E, \text{ અને}$$

$$P = \frac{W}{૫ \times E} = \frac{૨ \times ૧૧૨}{૫ \times ૦.૭૫} = \underline{૫૯.૭૩ \text{ પૌંડ}}$$

$$(૨) \text{યાંત્રિક લાલ} = \frac{W}{P} = \frac{૨૨૪}{૫૯.૭૩} = \underline{૩.૭૫}$$

અથવા

$$\text{યાંત્રિક લાલ} = \frac{W}{P} = \frac{૫ \times E}{૧} = \frac{૫ \times ૦.૭૫}{૧} = \underline{૩.૭૫}$$

(૩) ધર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં

$$\text{યાંત્રિક લાલ} = \frac{W}{P} = \frac{૫}{૧} = \underline{૫}$$

**દાખલો ૬—**એક લીફ્ટીંગ ટેકલ ૯૦૦ પૌંડનું વજન ઉપાડવા માટે વપરાયો છે. ઉપલા બ્લોકમાં ત્રણ અને નીચલા બ્લોકમાં બે શીઝ છે, તો ધર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં દોરડાંના છુટા છેડા ઉપર કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈશે? જો આ ટેકલને ઉલટાવવામાં આવે કે જેથી ૯૦૦ પૌંડનાં વજનને ત્રણ શીઝવાળા બ્લોક ઉપરથી લટકાવવામાં આવે છે, તો તે વજનને ઉપાડવા માટે દોરડાંને છુટે છેડે કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈએ? જો આ ટેકલની એશીશીઅન્સી ૦.૭૫ હોય તો ધર્ષણ ધ્યાનમાં લેતાં શું જવાબો આવશે?

ધર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં—

પહેલી બાબતમાં, ઉપલા બ્લોકમાં ત્રણ શીઝ અને નીચલા બ્લોકમાં બે શીઝ છે, ત્યારે નીચલો બ્લોક અને વજન ૫ દોરડાંના વિભાગો વડે ટેકવાયેલો હોય છે,

$$\begin{aligned} \text{માટે } W &= ૫ P, \text{ અને } P = \frac{W}{૫} \\ &= \frac{૯૦૦}{૫} = \underline{૧૮૦ \text{ પૌંડ}} \end{aligned}$$

ખીજી બાબતમાં, જ્યારે ઉપલી રચનાને ઉલટાવવામાં આવે ત્યારે એ શીઝવાળા બ્લોકને ઉપર ખીમ સાથે બાંધવામાં આવે છે અથવા લટકાવવામાં આવે છે, અને ત્રણ શીઝવાળો બ્લોક નીચે આવે છે, માટે નીચેનો બ્લોક અને વજન આ વેળાએ ૬ દોરડાંના વિભાગો વડે ટેકવશે, માટે

$$P = \frac{W}{૬} = \frac{૯૦૦}{૬} = \underline{૧૫૦ \text{ પૌંડ}}$$

ધર્ષણ ધ્યાનમાં લેતાં—

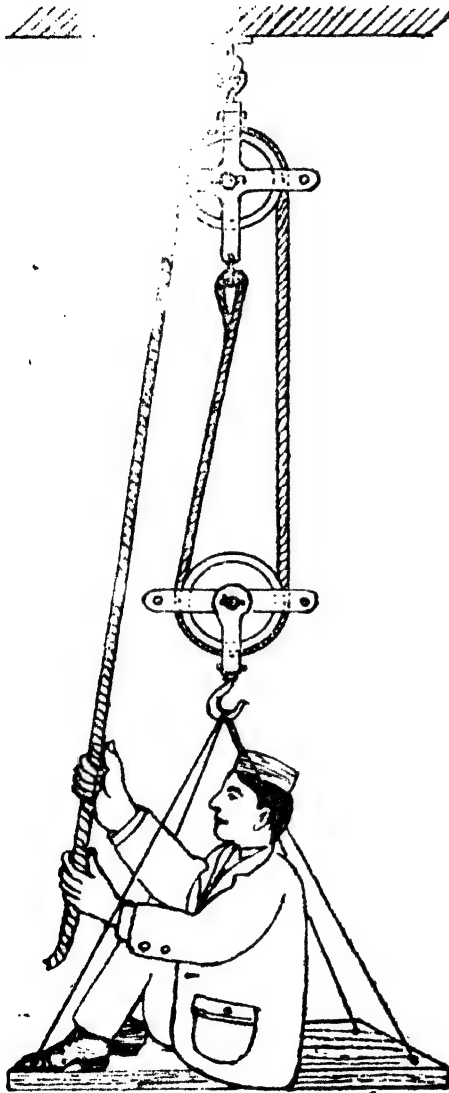
ચહેલી બાબતમાં,  $W = ૫ P \times E$ , અને

$$\begin{aligned} P &= \frac{W}{૫ \times E} \\ &= \frac{૯૦૦}{૫ \times ૦.૭૫} = \underline{૨૪૦ \text{ પૌંડ}} \end{aligned}$$

ખીજી બાબતમાં,  $W = ૬ P \times E$ , અને

$$\begin{aligned} P &= \frac{W}{૬ \times E} \\ &= \frac{૯૦૦}{૬ \times ૦.૭૫} = \underline{૨૦૦ \text{ પૌંડ}} \end{aligned}$$

**દાખલો ૮—**એક પુરૂષ એક તરાપા ( પ્લેટ ફોર્મ ) ઉપર બેસે છે જે તરાપો એક સીંગલ મુવએબલ પુલી ( એક ધરેડી વાળી ખસી શકે એવી પુલી ) ઉપરથી લટકાવેલો છે, અને તે પોતાનું વજન ભારવડીઆ સાથે બાંધેલી એક સ્થામ પુલી



આકૃતિ ૪૪

ઉપરથી પસાર થતાં દોરડાંના બીજા છેડા ઉપર લાગુ પાડેલાં પોતાનાં બેર વડે ટેકવે છે. જો તેનું પોતાનું વજન ૧૫૦ પૌંડ હોય, તો ધર્પણ ધ્યાનમાં ન લેતાં તેને કેટલું બેર કરવું પડશે? વળી જો આ રચનાની એપ્રાશીઅન્સી ૭ હોય, તો ધર્પણ ધ્યાનમાં લેતાં તેને કેટલું બેર કરવું પડશે ?

આ રચના જે આકૃતિ ૪૪માં બતાવી છે તેમાં વજન ત્રણ દોરડાંના વિભાગો વડે ટેકવાયલું છે. ધર્પણ ધ્યાનમાં ન લેતાં—

$$W = ૩P, \text{ અને } P = \frac{W}{૩}$$

$$= \frac{૧૫૦}{૩}$$

$$= ૫૦ \text{ પૌંડ}$$

ધર્પણ ધ્યાનમાં લેતાં—

$$W = ૩ P \times E, \text{ અને}$$

$$P = \frac{W}{૩ \times E}$$

$$= \frac{૧૫૦}{૩ \times ૭}$$

$$= ૭૧.૪ \text{ પૌંડ}$$

દાખલો ૯—એક પુલી બ્લોક ટેકલમાં ઉપલા બ્લોકમાં ત્રણ અને નીચલા બ્લોકમાં બે શીંગ છે, અને દરેક બ્લોકનું વજન ૨૦

પૌંડ છે. જો ઉપત્તા ખ્ત્રોકને ટેકવનાર બિંદુ ઉપરનું દબાણ ૪૫૦ પૌંડ હોય, તો નીચત્તા ખ્ત્રોક ઉપર કેટલું વજન ટેકવાયું હશે ?

$$\begin{aligned}\text{કુલ વજન} &= W + \text{નીચત્તા ખ્ત્રોકનું વજન} \\ &= W + ૨૦\end{aligned}$$

આ રચનામાં નીચત્તા ખ્ત્રોક અને વજન  $W$  પાંચ દોરડાં વડે ટેકવાયલાં છે, માટે

ધર્મણ ધ્યાનમાં ન લેતાં—

$$W + ૨૦ = ૫ P$$

$$\text{અને } P = \frac{W + ૨૦}{૫} = \frac{W}{૫} + \frac{૨૦}{૫} = \frac{W}{૫} + ૪$$

$$\text{ઉપત્તા ખ્ત્રોકનાં ટેકણબિંદુ ઉપરનું દબાણ} = P + W + ૨૦ + ૨૦$$

$$૫૨૦ = \frac{W}{૫} + ૪ + W + ૪૦$$

$$૫૨૦ = \frac{W}{૫} + W + ૪૪$$

$$૫૨૦ = \frac{૬W}{૫} + ૪૪$$

$$૫૨૦ - ૪૪ = \frac{૬W}{૫}$$

$$૪૭૬ = \frac{૬W}{૫}$$

$$\therefore W = \frac{૪૭૬ \times ૫}{૬} = \underline{\underline{૩૯૬.૬૬}} \text{ પૌંડ}$$

**દાખલો ૧૦**—એક લીફ્ટીંગ ટેકલમાં ૨૮ પૌંડનાં જોર વડે એક ટનનું વજન ઉપાડવામાં આવે છે, તો યાંત્રિક લાભ શોધો. જો એપ્રીશીઅન્સી ૦.૭૫૫ હોય, તો ગતિનું પ્રમાણ શોધો.

$$\text{યાંત્રિક લાભ} = \frac{W}{P} = \frac{૨૨૪૦}{૨૮} = \underline{\underline{૮૦}}$$

$P$ ની ગતિ :  $W$ ની ગતિ ::  $W : P \times E$   
 $P$ ની ગતિ : ૧ :: ૨૨૪૦ : ૨૮ × ૭૫૫  
 $P$ ની ગતિ × ૨૮ × ૭૫૫ = ૧ × ૨૨૪૦  
 $\therefore P$ ની ગતિ =  $\frac{૧ \times ૨૨૪૦}{૨૮ \times ૭૫૫} = ૧૦૬$

$W$ ની ગતિ :  $P$ ની ગતિ :: ૧ : ૧૦૬

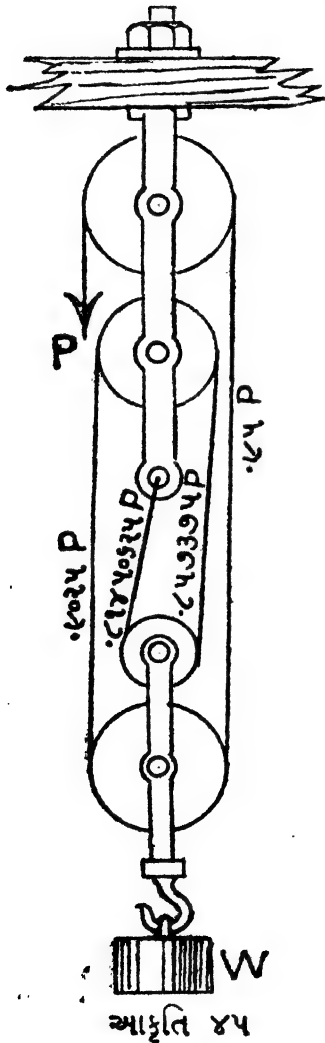
**દાખલો ૧૧**—એક પુલી બ્લોક ટેકલ જેમાં બે ડબલ બ્લોક વપરાયા છે તે વડે ૩ ટનનું વજન ઉપાડવામાં આવે છે. બે ક્રમવાર (એક પછી એક) આવતી દરેક શીવ આગળ જોરના ૫ ટકા વ્યર્થ જાય તો દોરડાંના છુટા છેડા ઉપર કેટલું જોર અથવા ખેંચાણ લાગુ પાડવું જોઈશે?

આ રચના જે આકૃતિ ૪૫માં બતાવી છે તેમાં વજન દોરડાંના ૪ વિભાગો વડે ટેકવાયલું છે.

ધારો કે દોરડાંના છુટા છેડા ઉપર લાગુ પાડેલું જોર =  $P$  હોય, તો ઉપલા બ્લોકની એક શીવ ઉપરથી પસાર થયા પછી દોરડાંના પહેલા વિભાગ ઉપર આવતું ખેંચાણ ૫ ટકા વ્યર્થ જતાં  $P$ ના ૯૫ ટકા આવશે, એટલે, ૧૦૦ :  $P$  :: ૯૫

$$\frac{૯૫ \times P}{૧૦૦} = ૯૫ P$$

નીચલા બ્લોકની એક શીવની નીચેથી પસાર થયા પછી દોરડાંના બીજા વિભાગ ઉપર આવતું ખેંચાણ પહેલા વિભાગ ઉપરનાં ખેંચાણ ૯૫  $P$ ના ૯૫ ટકા આવશે, એટલે



$$૧૦૦ : .૯૫ P : : ૯૫$$

$$\frac{.૯૫ P \times ૯૫}{૧૦૦} = .૯૫ P \times .૯૫ = .૯૦૨૫ P$$

હવે, ઉપલા બ્લોકની બીજી શીવ ઉપરથી પસાર થયા પછી ડાંના ત્રીજા વિભાગ ઉપરનું ખેંચાણ બીજા વિભાગ ઉપરનાં ખેંચાણ ૦૨૫ P ના ૯૫ ટકા છે, એટલે

$$૧૦૦ : .૯૦૨૫ P : : ૯૫$$

$$\frac{.૯૦૨૫ P \times ૯૫}{૧૦૦} = .૯૦૨૫ P \times .૯૫ = .૮૫૭૩૭૫ P$$

નીચલા બ્લોકની બીજી શીવની નીચેથી પસાર થયા પછી ડાંના ચોથા વિભાગ ઉપર આવતું ખેંચાણ ત્રીજા વિભાગ ઉપરનાં ચાણુ .૮૫૭૩૭૫ P ના ૯૫ ટકા છે, એટલે,

$$૧૦૦ : .૮૫૭૩૭૫ P : : ૯૫$$

$$\frac{.૮૫૭૩૭૫ P \times ૯૫}{૧૦૦} = .૮૫૭૩૭૫ P \times .૯૫$$

$$= .૮૧૪૫૦૬૨૫ P$$

ત્યારે દોરડાંના ચારે વિભાગો ઉપર આવતાં ખેંચાણોના સરવાળાની બરાબર વજન W થશે.

$$\text{રેવજન } W = .૯૫P + .૯૦૨૫P + .૮૫૭૩૭૫P + .૮૧૪૫૦૬૨૫P$$

$$W = ૩.૫૨૪૩૮૧૨૫ P$$

$$૨૨૪૦ \times ૩ = ૩.૫૨૪૩૮૧૨૫ P$$

$$P = \frac{૨૨૪૦ \times ૩}{૩.૫૨૪૩૮૧૨૫} = \underline{૧૯૦૬.૭ \text{ પાંડ}}$$

**દાખલો ૧૨**—એક પુલી બ્લોક ટેકલમાં ઉપલા બ્લોકમાં ચાર : ૧ નીચલા બ્લોકમાં ત્રણ શીવ્ઝ છે, અને નીચલા બ્લોક ઉપરથી ટનનું વજન લટકાવવામાં આવ્યું છે. જો દોરડાંના એક છેડને તીન સાથે બાંધવામાં આવે અને બીજો છેડો છુટો રાખવામાં આવે,



તો તે વજન ઉપાડવા માટે દોરડાંના છુટા છેડા ઉપર કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈશે? વળી જો દોરડાંના છુટા છેડાને એક વાર (યાડ) ખેંચવામાં આવે, તો વજન કેટલે અંતરે ઉપર ચઢશે?

જો દોરડાંને નીચલા ખ્લોક સાથે બાંધવામાં આવે, તો ઉપલુંજ વજન ઉપાડવા માટે દોરડાંના છુટા છેડા ઉપર કેટલું જોર અથવા ખેંચાણ લાગુ પાડવું જોઈશે?

આ રચનામાં જો દોરડાંના એક છેડાને જમીન સાથે બાંધવામાં આવે તો નીચલો ખ્લોક અને વજન દોરડાંના ૬ વિભાગો વડે ટેકવાશે, માટે

$$W = ૬P$$

$$P = \frac{W}{૬}$$

$$= \frac{૨૨૪૦ \times ૧}{૬} = \underline{૩૭૩.૩૩ \text{ પૌંડ}}$$

$$Pની ગતિ : Wની ગતિ :: W : P$$

$$૩૬'' : Wની ગતિ :: ૬ : ૧$$

$$Wની ગતિ \times ૬ = ૩૬ \times ૧$$

$$\therefore Wની ગતિ = \frac{૩૬ \times ૧}{૬} = \underline{૬ \text{ ફીટ}}$$

એજ રચનામાં જો દોરડાંના છેડાને નીચલા ખ્લોક સાથે બાંધવામાં આવે, તો નીચલો ખ્લોક અને વજન દોરડાંના ૭ વિભાગો વડે ટેકવાશે, માટે

$$W = ૭ P, \text{ અને } P = \frac{W}{૭}$$

$$= \frac{૨૨૪૦}{૭} = \underline{૩૨૦ \text{ પૌંડ}}$$

## એકસર્સાઈઝ ૬૪.

૧. સ્તેચ બ્લોકની આકૃતિ કાઢી તેની બનાવટ અને કાર્યનું વર્ણન આપો. એક સ્તેચ બ્લોક વડે એક ટનનું વજન ઉપાડતાં કેનની સાંકળ ઉપર કેટલું ખંચાણ આવશે તે શોધો.

૨. એક લીફ્ટીંગ ટેકલમાં ત્રેબલ બ્લોકની એક જોડી વપરાઈ છે. દરેક બ્લોકનું વજન ૨૫ પૌંડ છે, અને દોરડાંના ઉભા છેડાને ઉપલા બ્લોક સાથે બાંધેલો છે. જો ટેકલની એપ્રીશીઅન્સી (કાર્ય-સાધકતા) ૭૫ હોય, તો ૨ લંડેડવેટનું વજન ઉપાડવા માટે દોરડાંના છુટા છેડા ઉપર કેટલું ખંચાણ કરવું પડશે? વળી ઉપલા બ્લોકને ભારવટીઆ ઉપર જે બિંદુ ઉપરથી ટેકવેલો છે તે બિંદુ ઉપરનું દબાણ શોધો.

૩. પુલી બ્લોકની એક જોડી વજન ઉપાડવા માટે વપરાઈ છે. ઉપલા બ્લોકમાં ત્રણ અને નીચલા બ્લોકમાં બે શીબ્જ છે. દરેક બ્લોકનું વજન ૧૫ પૌંડ છે, તો ૧૫૦ પૌંડનાં જોર વડે કેટલું વજન ઉપાડી શકાશે? વળી આ રચના જે હુક ઉપરથી ટેકવાય છે તે ઉપરનું દબાણ શોધો. એપ્રીશીઅન્સી ૭ છે.

૪. તમારું પોતાનું વજન ૧૫૦ પૌંડ છે, અને તમો તમારી બાંધ ઉપર ૧૧૨ પૌંડનું વજન ઉપાડી એક દાદર ઉપર ૧૬ ફુટની ઉંચાઈએ ચઢો છો, તો તમોએ કેટલી શક્તિનો ખર્ચ કર્યો હશે, અને મશીન (યંત્ર) તરીકે તમારી એપ્રીશીઅન્સી કેટલી હશે?

૫. લાકડાંના એક ગોળ ભારવટીઆ ઉપરથી એક દોરડું પસાર કરી તેને એક છેડે ૭૦ પૌંડનું વજન લટકાવી બીજે છેડે ૯૮ પૌંડનાં જોર વડે તે વજનને તમો ખંચો છો, અને તેમ કરી તે વજનને ૧૨ ફુટની ઉંચાઈએ ઉપાડો છો, તો (૧) તમોએ કેટલી શક્તિ ખર્ચ કરી હશે, (૨) આ રચનાની એપ્રીશીઅન્સી કેટલા ટકા હશે, અને (૩) વ્યર્થ ગયેલું કામ કેટલા ટકા હશે તે શોધો.

૬. ધારેકે એક પુલી ઉપરથી પસાર થતાં દોરડાંને છેડે ૫૦ પૌંડનું વજન લટકાવી તેના બીજે છેડે ૬૫ પૌંડનું જોર લાગુ પાડી તે વજનને ૧૦ કુટની ઉંચાઈએ તમો ઉપાડો છો, તો પુલી આગળનાં ધર્ષણને દુર કરવામાં કેટલા દાક્રમ વ્યર્થ ગયું હશે ?

૭. પુલી બ્લોકની એક જોડી વજન ઉપાડવા માટે વપરાઈ છે. ઉપલા બ્લોકમાં ચાર અને નીચલા બ્લોકમાં ત્રણ શીઝ છે. દરેક બ્લોકનું વજન ૨૦ પૌંડ છે, તો ધર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં દોરડાંના છુટા છેડા ઉપર ૧૪૦ પૌંડનું જોર લાગુ પાડી કેટલું વજન ઉપાડી શકાશે ? જો ઉપલી રચના ઉત્તરાવવામાં આવે કે જેથી ચાર શીઝ વાળો બ્લોક નીચે લાવી તેની ઉપરથી વજન લટકાવવામાં આવે, તો ૧૪૦ પૌંડનાં જોર વડે કેટલું વજન ઉપાડી શકાશે ? જો આ રચનાની એપ્રીશીઅન્સી ૦.૭૫૫ હોય, તો શું જવાબો આવશે ? બન્ને રચનાની આકૃતિ કાઢો.

૮. એક સાધારણ પુલી બ્લોક ટેકલમાં ઉપલો બ્લોક ત્રેબલ બ્લોક છે અને નીચલો ડબલ બ્લોક છે. આ ટેકલમાં એમ માલમ પડયું કે ૧૬૫ પૌંડનાં વજનને ઉપાડવા માટે ૫૦ પૌંડનું ખેંચાણ કરવું પડે છે, તો (૧) થીઅરી પ્રમાણે યાંત્રિક લાભ અને ગતિનું પ્રમાણ શોધો, (૨) ખરેખરો યાંત્રિક લાભ શોધો, (૩) ટેકલની એપ્રીશીઅન્સી શોધો, અને (૪) ટેકલની એપ્રીશીઅન્સી દાક્રમાં શોધો.

૯. એક સીંગલ મુવએબલ પુલી ( એક ધરેડીવાળી ખસી શકે એવી પુલી ) ઉપરથી લટકાવેલા તરાપા (પ્લેટ ફોર્મ ) ઉપર એક પુરૂષ ઉભા રહે છે, અને તે પોતાનું વજન ભારવડીઆ (બીમ) સાથે બાંધેલી એક સ્થાઈ પુલી ઉપરથી પસાર થતાં દોરડાંના બીજા છેડા ઉપર લાગુ પાડેલાં પોતાનાં ૭૦ પૌંડનાં જોર વડે ટેકવે છે. જો આ રચનાની એપ્રીશીઅન્સી (કાર્યસાધકતા) ૦.૮ હોય, તો તે પુરૂષનું વજન કેટલું હશે શોધો.

૧૦. એક પુલી બ્લોક ટેકલમાં ઉપલા બ્લોકમાં ત્રણ અને નીચલા બ્લોકમાં બે શીઝ છે. દરેક બ્લોકનું વજન ૨૦ પૌંડ છે. જો દોરડાંના

એક છેડાને નીચલા ખ્લોક સાથે બાંધવાને બદલે જમીન સાથે બાંધવામાં આવે, તો દોરડાંના છુટા છેડા ઉપર ૨૫૦ પૌંડનાં જોર વડે નીચલા ખ્લોક ઉપરથી લટકાવેલું કેટલું વજન ઉપાડી શકાશે ? વળી વજનને એક ઝુટ ઉપાડવા માટે દોરડાંના છુટા છેડાને કેટલા ઝુટ ખેંચવો જોઈશે ? જો દોરડાંને નીચલા ખ્લોક સાથે બાંધવામાં આવે તો ઉપલાંજ જોર વડે કેટલું વજન ઉપાડી શકાશે ?

૧૧. એક પુત્રી ખ્લોક ટેકલમાં ઉપલા ખ્લોકમાં ચાર અને નીચલા ખ્લોકમાં ત્રણ શીઝ છે, અને દરેક ખ્લોકનું વજન ૩૦ પૌંડ છે. ઉપલા ખ્લોકને ખીમ ઉપરથી જે બિંદુએથી લટકાવવામાં આવ્યો છે તે બિંદુ ઉપરનું દબાણ ૩૫૦ પૌંડ હોય, તો નીચલા ખ્લોક ઉપર કેટલું વજન ટેકવવામાં આવ્યું હશે ?

૧૨. એક લીફ્ટીંગ ટેકલમાં ઉપરો ખ્લોક ત્રેબલ-ખ્લોક છે અને નીચરો ડબલ-ખ્લોક છે. જો ક્રમવાર આવતી દરેક શીવ આગળ જોરના ૧૦ ટકા વ્યર્થ જાય, તો નીચલા ખ્લોક ઉપરથી લટકાવેલાં ૨ ટનનાં વજનને ઉપાડવા માટે દોરડાંના છુટા છેડા ઉપર કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈશે ?

૧૩. એક લીફ્ટીંગ મશીનમાં ૨૬ પૌંડનાં જોર વડે ૨૨૦૦ પૌંડનું વજન ઉપાડવામાં આવે છે. જો મશીનની એપ્રીશીઅન્સી ૭૫ હોય, તો યાંત્રિક લાભ અને ગતિનું પ્રમાણ શોધો. જો એજ મશીન વડે ૧૨ પૌંડનાં ખેંચાણથી ૬૦૦ પૌંડનું વજન ઉપાડવામાં આવે, તો નવી એપ્રીશીઅન્સી કેટલી હશે ?

૧૪. એક લીફ્ટીંગ મશીન (વજનો ઉપાડવા માટેનાં યંત્ર)માં ૨૬.૬ પૌંડનાં જોર વડે ૨૨૬૦ પૌંડનું વજન ઉપાડવામાં આવ્યું છે, તો યાંત્રિક લાભ શોધો. જો મશીનની એપ્રીશીઅન્સી ૭૫૫ હોય, તો ગતિનું પ્રમાણ શોધો.

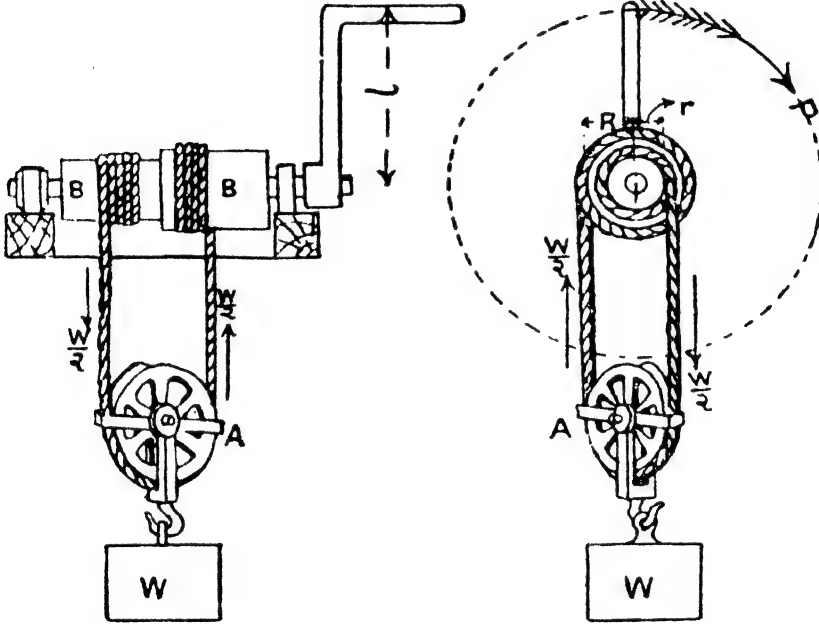
## પ્રકરણ ૬૬

બ્હીલ અને કમ્પાઉન્ડ એક્સલ. વેસ્ટન્સ  
ડીફ્રેન્શીઅલ પુલી બ્લોક

બ્હીલ અને કમ્પાઉન્ડ એક્સલ અથવા ચાઇનીઝ  
વીન્ડલેસ (Wheel and Compound Axle or Chinese  
Windlass)—વળતો ઉપાડવા માટેની આ ચતુરાઈભરેલી યુક્તિ  
અથવા યંત્ર પહેલ વહેલાં ચીનાઓ (chinese) એ યોજી હતી.  
સાધારણ બ્હીલ અને એક્સલ વડે મળતો યાંત્રિક લાભ વ્યવહારિક  
રીતે જલદીથી પરિમિત થાય છે એમ આપણે આગળ શીખી ગયા;  
પણ કમ્પાઉન્ડ બ્હીલ અને એક્સલ વાપરવાથી ઘણાજ વધારે યાંત્રિક  
લાભ મળે છે, પણ એમાં ગેરલાભ એ છે કે ઓછી ઉંચાઈએ વળન  
ઉપાડવા માટે લાંબાં દોરડાંની જરૂર પડે છે. આ યંત્રની રચના આકૃતિ  
૪૬ ઉપરથી સહેલાઈથી સમજાશે.

આકૃતિ ૪૬માં જમણી તરફનો બાજુનો દેખાવ (સાઈડ  
એલીવેશન) અને ડાબી તરફનો છેડનો દેખાવ (એન્ડ એલીવેશન)  
છે. એમાં એક ખસી શકે એવી એક ધરેડી (શીવ) વાળી  
પુલી (સીંગલ મુવએબલ પુલી) A ની ફરતે દોરડું અથવા  
સાંકળ વિંટાળી જઈ તેના બન્ને છેડાઓ એક્સલ B ની સામસામેની  
બાજુઓ ઉપર લપેટવામાં આવે છે. એક્સલ B ને એક  
સ્પીન્ડલ અથવા ધરી ને યોગ્ય બેરીંગ ઉપર ટેકવેલી છે તેની સાથે

સંજ્ઞા કરેલો છે. એક્સલ Bને બે જુદા જુદા વ્યાસો છે, અને તે બન્ને ભાગ ઉપર એક બીજાથી વિરુદ્ધ દીશામાં દોરકું લપેટાય છે. જે સ્પીન્ડલ સાથે એક્સલ સંજ્ઞા કરેલો છે તેજ સ્પીન્ડલને છેડે એક વહીલ અથવા પુલી અથવા લીવર-હેન્ડલ સંજ્ઞા કરેલો છે. આ વહીલ અથવા પુલીની રીમ ઉપરથી પસાર થતાં દોરકાંના છેડા ઉપર અથવા તો વહીલની રીમમાં બેસાડેલા હાથા ઉપર અથવા



આકૃતિ ૪૬

લીવર-હેન્ડલ ઉપર જોર P લાગુ પાડવામાં આવે છે. વજન Wને સીંગલ મુવએબલ પુલીના હુક સાથે બાંધવામાં આવે છે અથવા લટકાવવામાં આવે છે. વજન W ઉપાડી શકાય માટે દોરકું અથવા સાંકળ એક્સલના મોટા વ્યાસ ઉપર વિંટળાવું અને નાના વ્યાસ ઉપરથી હુકેલાવું જોઈએ; અને વજન W બે દોરકાં વડે ટેકવાય છે, માટે આપેલા વખતમાં દોરકાંની જે લંબાઈ વિંટળાય અને જે

લંબાઈ ઉકેલાય તેમના અર્ધ તફાવત જેટલું વજન  $W$  ઉપાડી શકાશે. આ રચનાને “ ડીફરેન્શીઅલ વીન્ડલેસ ” ( **Differential Windlass** ) પણ કહે છે.

$P$  અને  $W$  વચ્ચેનું પ્રમાણ એ રીત વડે નક્કી કરી શકાય.

(૧) મોમેન્ટ અથવા લીવરનો નિયમ વહીલ અને કુખ્યાઉન્ડ એક્સલને લાગુ પાડી  $P$  અને  $W$  વચ્ચેનું પ્રમાણ શોધવાની રીત:—

આ સધળું જે મધ્ય આસપાસ ફરે છે તે ફલકમ અથવા ટેકણ બિંદુ  $F$  છે. અને તે ઉપર કાર્ય કરતાં બેરો  $I$  ઈંચના લીવરને જોર  $P$  અને વજનને લીધે ઉત્પન્ન થતાં દરેક દોરડાં ઉપરનાં તાણો છે, જે દરેક તાણ  $\frac{W}{2}$  ની બરાબર છે, કારણ કે  $W$  દોરડાંના એ વિભાગો વડે ટેકવાયેલો છે. જમણા હાથ તરફનાં તાણનો લીવરેજ  $r$  ઈંચ છે, અને ડાબા હાથ તરફનાં તાણનો લીવરેજ  $R$  ઈંચ છે.

એક દિશામાં  $F$  બિંદુ આસપાસનો કુલ મોમેન્ટ  $= Pl + \frac{Wr}{2}$ ,

અને બીજી દિશામાંનો મોમેન્ટ  $= \frac{WR}{2}$  છે. પણ આ સધળું સમતોલપણામાં છે, માટે લીવર અથવા મોમેન્ટના નિયમ પ્રમાણે—  
એક બાજુનાં કુલ મોમેન્ટ  $=$  બીજી બાજુનાં કુલ મોમેન્ટ

$$Pl + \frac{Wr}{2} = \frac{WR}{2}$$

$$\therefore Pl = \frac{WR}{2} - \frac{Wr}{2}$$

$$Pl = \frac{W}{2} (R - r)$$

$$\therefore P = \frac{W (R - r)}{2l}$$

$$\text{અને } W = \frac{P \cdot 2l}{R - r}$$

$$\therefore \text{ચાંત્રિક લાલ} = \frac{W}{P} = \frac{r}{R-r}$$

(૨) કા નો નિયમ ઝહીલ અને કમ્પાઉન્ડ ઁકસલને લાગુ પાડી  $P$  અને  $W$  વચ્ચેનું પ્રમાણ શોધવાની રીત:—  
ધારો કે,  $l$  = જે વર્તુલમાં જેર  $P$  ફરે છે તે વર્તુલની ત્રિજ્યા ઇંચમાં

$R$  = મોટા ઁકસલની ત્રિજ્યા ઇંચમાં

$r$  = નાના ઁકસલની ત્રિજ્યા ઇંચમાં

ત્યારે, ઁકસલના ઁક આંટામાં  $P$ ની ગતિ =  $2\pi l$  ઇંચ,

અને ખર્ચ કરવામાં આવતી શક્તિ =  $P \times 2\pi l$  ઇંચ-પૌંડ.

ઁક આંટામાં મોટા ઁકસલ ઉપર  $2\pi R$  જેટલું દારકું વિંટળાય છે, અને નાના ઁકસલ ઉપરથી  $2\pi r$  જેટલું ઉઠેલાય છે;  $W$  દોરડાંના ઁ વિભાગો વડે ટેકવાયલો છે, માટે  $W$ ની ગતિ =  $\frac{2\pi R - 2\pi r}{2}$

$$= \frac{\pi(R-r)}{1}$$

$$= \pi(R-r)$$

$$\text{અને થયલું કામ} = W \times \pi (R-r).$$

ધર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં—

ઁકસલના ઁક આંટામાં ખર્ચ કરેલી શક્તિ = ઉપયોગી કામ

$$P \times 2\pi l = W \times \pi (R-r)$$

$$\therefore P \times 2l = W \times (R-r)$$

$$\therefore P = \frac{W(R-r)}{2l}$$

$$\text{અને } W = \frac{P \cdot 2l}{R-r}$$

$$\text{ચાંત્રિક લાલ} = \frac{W}{P} = \frac{2l}{R-r}, \text{ વળી}$$

$$\text{ગતિનું પ્રમાણ} = \frac{2\pi l}{\pi(R-r)} = \frac{2l}{R-r}$$



આ ઉપરથી જોતાં જણાશે કે મળી શકતો યાંત્રિક લાલ એકસલના બે ભાગોના વ્યાસના તફાવત ઉપર આધાર રાખશે; પણ આ તફાવત ગમે એટલી હદે ઓછો કરી શકાય, તેટલા માટે થીઅરી પ્રમાણે મળી શકતા યાંત્રિક લાલને કાંઈ પણ હદ નથી; તોપણ વજન  $W$ ને જે ઉંચાઈએ ઉપાડવામાં આવે છે તે ઉંચાઈ સાથે સરખાવતાં બેરલ ઉપર અતિશય લાંબું દોરકું વિંટાળવું પડતું હોવાથી વ્યવહારિક ઉપયોગ માટે આ રચના સુગમ પડતી નથી. એકસલના એક આંટામાં  $W$ નો ઉપાડ  $= \pi (R - r)$  જેટલો છે. પણ દોરકું મોટા એકસલ ઉપર વિંટાળવું પડે છે, જેનો પરિઘ  $2\pi R$  જેટલો છે, તેટલા માટે વપરાતાં દોરકાં અથવા સાંકળની લંબાઈ જેટલી ઉંચાઈએ વજન  $W$  ઉપાડવાનો હોય તેનાં કરતાં  $\frac{2R}{R-r}$  ગણી લાંબી રાખવી પડે છે.

દાખલા તરીકે ધારો કે એકસલના મોટા ભાગની ત્રિજ્યા ૬ ઇંચ અને નાના ભાગની ત્રિજ્યા ૫ ઇંચ છે, ત્યારે દોરકાંની વપરાયલી લંબાઈ  $2\pi R = 2\pi 6 = 12\pi$  છે, અને તેટલાજ વખતમાં  $W$ ની ગતિ  $= \pi (6-5) = \pi$  છે, તેટલા માટે જેટલે અંતરેથી  $W$  ઉપાડીએ તે અંતર કરતાં ૧૨ગણું લાંબું દોરકું અથવા સાંકળ જોઈશે.

**દાખલો ૧**—એક કમ્પાક્ટન્ડ વ્હીલ અને એકસલ જેમાં વજન એક ખસી શકે એવી એક ધરેડીવાળી પુલી (સીંગલ મુવએબલ પુલી) ઉપરથી લટકે છે તેમાં એકસલના મોટા ભાગનો વ્યાસ ૮ ઇંચ અને નાના ભાગનો વ્યાસ ૫ ઇંચ છે. જે લાથા વડે એકસલને ફેરવવામાં આવે છે તેની લંબાઈ ૧૫ ઇંચ છે, તો  $P$  અને  $W$  વચ્ચેનું પ્રમાણ નક્કી કરો, તથા  $P$ ની ગતિ અને  $W$ ની ગતિ વચ્ચેનું પ્રમાણ શોધો. વળી યાંત્રિક લાલ (મીકેનીકલ એડવન્ટેજ) શોધો.

(૧) મોમેન્ટ અથવા લીવરના નિયમ પ્રમાણે—

એકસલની ધરીનાં મધ્યબિંદુ  $F$  આસપાસનાં મોમેન્ટ લેતાં—

એક બાજુ તરફનાં કુલ મોમેન્ટ  $=$  બીજી બાજુ તરફનાં મોમેન્ટ

$$Pl + \frac{Wr}{2} = \frac{WR}{2}$$

$$\therefore Pl = \frac{WR}{2} - \frac{Wr}{2}$$

$$Pl = \frac{W}{2} (R - r)$$

$$P \times ૧૫ = \frac{W}{2} (૪ - ૨.૫)$$

$$૧૫ P = \frac{W \times ૧.૫}{2}$$

$$\therefore ૨ \times ૧૫ P = W \times ૧.૫$$

$$૩૦ P = W \times ૧.૫$$

$$\therefore \frac{W}{P} = \frac{૩૦}{૧.૫} = \frac{૨૦}{૧}$$

$$\therefore P : W :: ૧ : ૨૦$$

$$Pની ગતિ : Wની ગતિ :: W : P$$

$$:: ૨૦ : ૧$$

$$\text{યાંત્રિક લાલ} = \frac{W}{P} = \frac{૨૦}{૧} = ૨૦$$

(૨) કામના નિયમ પ્રમાણે—એક્સલના એક આંટામાં ખર્ચ કરેલી શક્તિ = તેટલાજ વખતમાં થયેલું કામ

$$P \times ૨\pi l = W \times \left( \frac{૨\pi R - ૨\pi r}{2} \right)$$

$$P \times ૨\pi l = W \times \frac{૨\pi (R - r)}{2}$$

$$P \times ૨ l = W \times (R - r)$$

$$P \times ૨ \times ૧૫ = W \times (૪ - ૨.૫)$$

$$૩૦ P = W \times ૧.૫$$

$$\therefore \frac{W}{P} = \frac{30}{1.5} = \frac{20}{1}$$

$$\therefore P : W :: 1 : 20$$

$$Pની ગતિ : Wની ગતિ :: W : P$$

$$:: 20 : 1$$

$$અને યાંત્રિક લાભ = \frac{W}{P} = \frac{20}{1} = 20$$

**દાખલો ૨—**એક ચાઈનીઝ વીન્ડલેસમાં એકસલના બે ભાગોના વ્યાસો અનુક્રમે ૮ ઇંચ અને ૬ ઇંચ છે. હાથાની લંબાઈ ૨૪ ઇંચ છે, તો ધર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં ૨૪૦ પૌન્ડનું વજન ઉપાડવા માટે જ્યારે છેડે કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈશે ?

(૧) મોમેન્ટ અથવા લીવરના નિયમ પ્રમાણે—

એકસલની ધરીનાં મધ્યબિંદુ F આસપાસનાં મોમેન્ટ લેતાં—

એક બાજુ તરફનાં કુલ મોમેન્ટ = બીજી બાજુ તરફનાં મોમેન્ટ

$$Pl + \frac{Wr}{2} = \frac{WR}{2}$$

$$Pl = \frac{WR}{2} - \frac{Wr}{2}$$

$$Pl = \frac{W}{2} (R - r)$$

$$P \times 24 = \frac{240}{2} (8 - 3)$$

$$\therefore 24 P = 120 \times 5$$

$$\therefore P = \frac{120 \times 5}{24} = 25 \text{ પૌન્ડ}$$

(૨) કામના નિયમ પ્રમાણે—

એકસલના એક આંટામાં ખર્ચ થયેલી શક્તિ = તેટલાજ વખતમાં જીવ્યોગી કામ.

$$P \times 2 \pi l = W \times \left( \frac{2 \pi R - 2 \pi r}{2} \right)$$

$$P \times 2 \pi l = W \times \frac{2 \pi (R - r)}{2}$$

$$P \times 2 l = W (R - r)$$

$$P \times 2 \times 24 = 240 (4 - 3)$$

$$48 P = 240$$

$$\therefore P = \frac{240}{48} = 5 \text{ પૌંડ}$$

દાખલો ૩—એક ઝહીલ અને કમ્પાઉન્ડ એક્સલમાં એક્સલના મોટા ભાગનો વ્યાસ ૫ ઇંચ અને નાના ભાગનો વ્યાસ ૪ ઇંચ છે. ક્રૂક-હેન્ડલનો લીવરેજ ૧૬ ઇંચ છે, તો હેન્ડલને છોડે ૧૨ પૌંડનું ભેર લાગુ પાડી કેટલું વજન ઉપાડી શકશે ?

(૧) મોમેન્ટ અથવા લીવરના નિયમ પ્રમાણે:—

એક્સલની આસપાસનાં મોમેન્ટ લેતાં—

એક બાજુનાં કુલ મોમેન્ટ = બીજી બાજુનાં મોમેન્ટ

$$Pl + \frac{Wr}{2} = \frac{WR}{2}$$

$$Pl = \frac{WR}{2} - \frac{Wr}{2}$$

$$Pl = \frac{W}{2} (R - r)$$

$$12 \times 16 = \frac{W}{2} (2\frac{1}{2} - 2)$$

$$162 = \frac{W}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{W}{4}$$

$$\therefore W = 162 \times 4 = 648 \text{ પૌંડ}$$

(૨) કામના નિયમ પ્રમાણે:—

એકસલના એક આંટામાં ખર્ચ થયેલી શક્તિ = તેટલાજ વખતમાં ઉપયોગી કામ

$$P \times 2 \pi l = W \times \frac{2 \pi R - 2 \pi r}{2}$$

$$P \times 2 \pi l = W \times \frac{2 \pi (R - r)}{2}$$

$$P \times l = W (R - r)$$

$$12 \times 2 \times 15 = W (2\frac{3}{4} - 2)$$

$$12 \times 2 \times 15 = W \times \frac{3}{4}$$

$$\therefore W = 12 \times 2 \times 15 \times 2 = 720 \text{ પૌંડ}$$

**દાખલો ૪**—એક વહીલ અને કમ્પાઉન્ડ એકસલમાં એકસલના મોટા ભાગનો વ્યાસ ૭ ઇંચ અને નાના ભાગની ત્રિજ્યા ૩ ઇંચ છે, તો Wને એક ફુટની ઉંચાઈએ ઉપાડવામાં સાંકળ કેટલી લાંબી વાપરવી પડશે ?

$$\begin{aligned} \text{એકસલના એક આંટામાં } W \text{નો ઉપાડ} &= \frac{2 \pi R - 2 \pi r}{2} \\ &= \frac{2 \pi (R - r)}{2} \\ &= \pi (R - r) \\ &= \pi (3\frac{3}{4} - 3) \\ &= \frac{\pi}{2} \text{ ઇંચ} \end{aligned}$$

અને તેટલાજ વખતમાં સાંકળની વપરાયેલી લંબાઈ =  $2 \pi R = 2 \pi \times 3\frac{3}{4}$   
=  $7 \pi$  ઇંચ

$$\begin{array}{ccc} W \text{નો ઉપાડ} & W \text{નો ઉપાડ} & \text{સાંકળની લંબાઈ} \\ \frac{\pi}{2} & : & 720 : : 7\pi \end{array}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{સાંકળની વપરાયેલી લંબાઈ} &= \frac{12 \times 7 \times \pi \times 2}{\pi} \\ &= 168 \text{ ઇંચ} = \underline{14 \text{ ફુટ}} \end{aligned}$$

અથવા

$$\begin{aligned}\text{સાંકળની વપરાયલી લંબાઈ} &= W \text{નો ઉપાડ} \times \frac{2R}{R-r} \\ &= 12'' \times \frac{2 \times 3.4}{3.4 - 3} \\ &= 12 \times \frac{2 \times 3.4}{.4} \\ &= 156 \text{ ઇંચ} = \underline{13 \text{ ફુટ}}\end{aligned}$$

**દાખલો ૫**—એક ચાઈનીઝ વીન્ડલેસમાં હાથાની લંબાઈ ૨ ફૂટ, અને મોટા એક્સલનો વ્યાસ ૬ ફૂટ ઇંચ છે. જો Pની ગતિ Wની ગતિ કરતાં ૮૦ ગણી વધારે હોય, તો એક્સલના નાના ભાગનો વ્યાસ કેટલો હશે ?

$$\begin{aligned}P : W &:: W \text{ની ગતિ} : P \text{ની ગતિ} \\ P : W &:: 1 : 80 \\ P \times 2 \pi l &= W \times \pi (R - r) \\ 1 \times 2 \times 30 &= 80 \times (R - r) \\ \therefore R - r &= \frac{1 \times 2 \times 30}{80} = \frac{3}{4} \\ \therefore D - d &= \frac{3}{4} \times 2 \\ 6\frac{1}{2} - d &= \frac{3}{2} \\ \therefore d &= 6\frac{1}{2} - 1\frac{3}{4} = \underline{4 \text{ ઇંચ}}\end{aligned}$$

**દાખલો ૬**—એક બહીલ અને કમ્પાઉન્ડ એક્સલમાં ૨૦ ઇંચનાં લીવરેજે ૨૫ પૌન્ડનું જોર લાગુ પાડી ૫૦૦ પૌન્ડનું વજન ઉપાડવામાં આવે છે, તો એક્સલના બે ભાગોના વ્યાસો વચ્ચેનો તફાવત કેટલો હશે ?

$$\begin{aligned}P \times 2 \pi l &= W \times \pi (R - r) \\ 25 \times 2 \times 20 &= 500 (R - r)\end{aligned}$$

$$\therefore R - r = \frac{24 \times 2 \times 20}{400} = 2 \text{ ઇંચ}$$

$$\therefore D - d = 2'' \times 2 = 4 \text{ ઇંચ}$$

દાખલો ૯—એક ડિફરેન્શીઅલ વીન્ડલેસનો યાંત્રિક લાભ (મીકેનીકલ એડવાન્ટેજ) ૫૦ : ૧ છે. એકસલના બે લાગીના વ્યાસો અનુક્રમે ૮ ઇંચ અને ૬ ઇંચ છે, તો P અને Wને સમતોલ કરવા માટે હાથાની લંબાઈ કેટલી જોઈશે ?

$$\frac{W}{P} = \frac{40}{1}$$

$$P \times 2\pi l = W \times \pi (R - r)$$

$$1 \times 2 \times l = 40 \times (4 - 3)$$

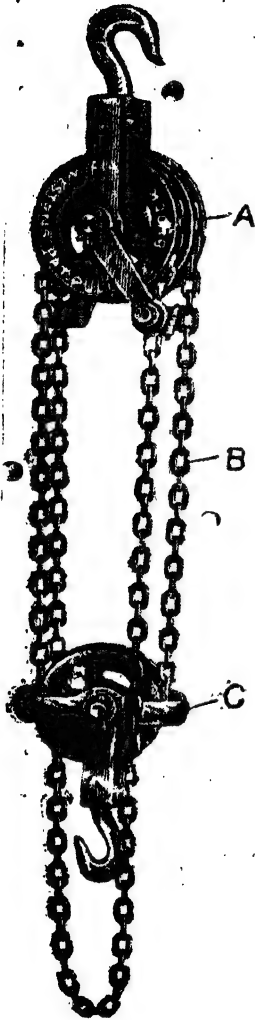
$$2l = 40 \times 1$$

$$\therefore l = \frac{40 \times 1}{2} = 20 \text{ ઇંચ}$$

**વેસ્ટન્સ ડિફરેન્શીઅલ પુલી બ્લોક (Weston's Differential Pulley Block)**—વજનો ઉપાડવા માટેની આધુનીક વીન્ડલેસની આ સુધારેલી વ્યવહારિક રચના છે, જે વ્હીલ અથવા ક્રેન્ક-હેન્ડલ વિનાનો માત્ર કમ્પાઉન્ડ એકસલ છે.

આ રચના જે આકૃતિ ૪૭માં બતાવી છે તે એક ઉપલો બ્લોક A, છેડા વિનાની (અનંત) સાંકળ B, અને એક ખસી શકે એવી એક ધરેડીવાળી પુલી અથવા સ્નેચ બ્લોક Cની બનલી છે. ક્ષિપ્રતા બ્લોક Aને મથાળે આમતેમ ફરી શકે એવા સાંધા (સ્વીવલ જોઇન્ટ swivel joint) સાથેનો એક ટુકડો આપેલો છે, જે ઉપરથી એક લોખંડની ફ્રેમ લટકાવેલી છે. આ ફ્રેમનાં મધ્યમાં એક ટર્ન કરેલી પોલાદની ધરી આપેલી છે જે ઉપર એકજ ટુકડે આતેલી પુલીઓની એક જોડી જેને કમ્પાઉન્ડ પુલી કહે છે તે ફરે છે. આ કમ્પાઉન્ડ પુલીમાંની એક પુલી ખીજ પુલી કરતાં સહેજ મોટી હોય છે. બન્ને

પુલીની વી (V) આકારની રીમના ગાળામાં સાંકળના અંકોડા (link)



ખેસી શકે એવા ગાળાઓ આંતેલા (કાસ્ટ કરેલા) હોય છે, જેથી તે સાંકળ પુલીઓની રીમની સપાટી ઉપરથી સરી જઈ શકે નહીં, તેમજ સાંકળને સહેજ પણ ગતિ મળતાં પુલી ફરવા માંડે છે. નીચલી સોંગલ મુવએબલ પુલી C આગલાં પ્રકરણમાં સમજાવી ગયલા સ્નેચ બ્લોકને મળતી છે, અને તેની ઉપરથી વજનને લટકાવવામાં આવે છે. અનંત (છેડા વિનાની) સાંકળ B એક સરખા કદના અંકોડાવાળી અને એકજ સરખા પીચવાળી છે. તે સાંકળ જે સ્થાનેથી તે ઉપર ખેંચાણ અથવા જોર P લાગુ પાડવામાં આવે છે ત્યાંથી ઉપલી કમ્પાઉન્ડ પુલી બ્લોકના મોટા વ્યાસની પુલી ઉપરથી પસાર થઈ ત્યાંથી નીચલી સોંગલ મુવએબલ પુલી Cની નીચેથી થઈ ઉપલા પુલી બ્લોકની નાના વ્યાસની પુલી ઉપરથી પસાર થઈ પાછી શરૂ કરેલાં સ્થાને એટલે જે સ્થાને ખેંચાણ અથવા જોર લાગુ પાડવામાં આવે છે તે સ્થાને આવે છે. હુંકમાં ઉપલા કમ્પાઉન્ડ પુલી બ્લોક Aની બે પુલીઓ ઉપરથી સાંકળ પસાર થતાં બે સાંકળના ગાળા (લુપ loop) બને છે, જેમાંના એક ગાળા અથવા લુપમાં સોંગલ મુવએબલ પુલી લટકે છે, જ્યારે બીજો ગાળો અથવા લુપ ઢીલો લટકે છે. આ સાંકળના ઢીલા

આકૃતિ ૪૭ લટકતા ગાળા અથવા લુપની જે બાજુ કમ્પાઉન્ડ પુલી બ્લોક Aના મોટા વ્યાસની પુલી ઉપરથી લટકતી રહે છે તે બાજુ ઉપર ખેંચાણ અથવા જોર P લાગુ પાડવામાં આવે છે.



ન્યારે સાંકળના આ ભાગ આગળ ખેંચાણ અથવા જોર P લાગુ પાડવામાં આવે, અને જો ધર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેવામાં આવે, ત્યારે તે કશાપણ ઘટાડા વિના સાંકળની આખી લંબાઈએ કાર્ય કરશે. એમાં બ્હીલ અને કમ્પાઉન્ડ એક્સલના જોડાણ નિયમ છે. વજન W સાંકળના એ વિભાગો વડે ટેકવાયેલો છે, માટે Wને લીધે આવતું જોર સાંકળના તે એ ઉભા વિભાગો વચ્ચે એક સરખી રીતે વહેંચાઈ જાય છે, એટલે બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો સાંકળના દરેક ઉભા ભાગ ઉપર આવતું જોર =  $\frac{W}{2}$  છે; અને જો વજન Wને કાઢી પાણુ અંતરે ઉપાડવામાં આવે તો જોર  $\frac{W}{2}$  એ તેનાંથી બમણું અંતરે કાર્ય કરવું જોઈએ.

**વેસ્ટનસ ડીફરેન્શીઅલ પુલી બ્લોકને લાગુ પાડવામાં આવતો લીવર અથવા મોમેન્ટનો નિયમ (જુઓ આકૃતિ ૪૮)—**

બ્હીલ અને કમ્પાઉન્ડ એક્સલના હાથાની લંબાઈ l ની જગ્યા આ રચનામાં કમ્પાઉન્ડ પુલી બ્લોકની મોટી પુલીની ત્રિજ્યા R લે છે. માટે એમાં Pનો લીવરેજ બરાબર મોટી પુલીની ત્રિજ્યા R ઇંચ છે.

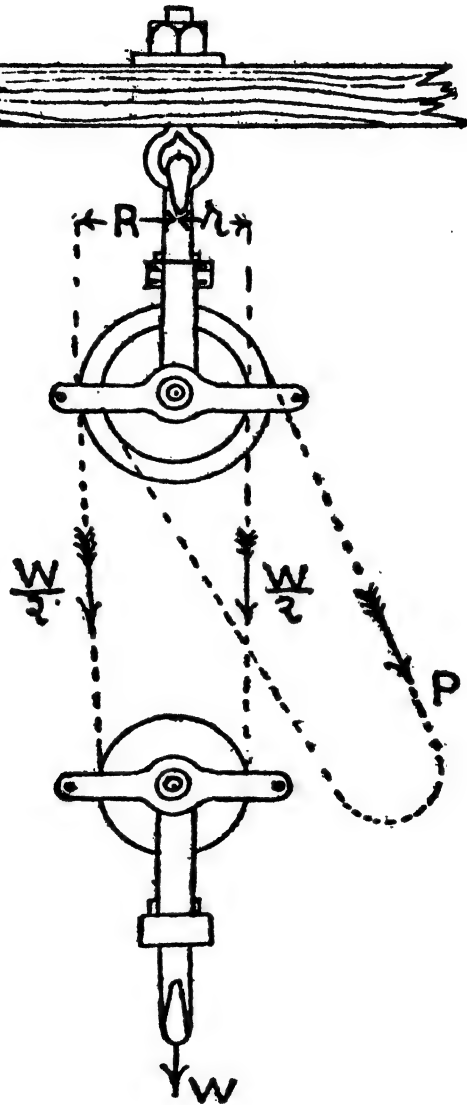
નીચલા બ્લોકને ટેકવનાર સાંકળના દરેક વિભાગ ઉપરનું તાણુ અથવા ખેંચાણ  $\frac{W}{2}$  છે, અને મધ્યબિંદુ F આસપાસનાં મોમેન્ટ લેતાં—

એક બાજુનાં કુલ મોમેન્ટ = બીજી બાજુનાં મોમેન્ટ

$$(P \times R) + \left( \frac{W}{2} \times r \right) = \frac{W}{2} \times R$$

$$\therefore P \times R = \frac{WR}{2} - \frac{Wr}{2}$$

$$P R = \frac{W}{2} (R - r)$$



આકૃતિ ૪૮

$$\therefore 2 P R = W (R - r)$$

$$\therefore P = \frac{W(R - r)}{2 R}$$

$$\text{અને } W = \frac{2 P R}{R - r}$$

$$\text{અને, યાંત્રિક લાભ} = \frac{W}{P} = \frac{2 R}{R - r}$$

વેસ્ટનસ ડીફરેન્શીઅલ પુલી જોડાકને લાગુ પાડવામાં આવતો કામનો નિયમ—

$$\begin{aligned} \text{ધારોકે, કમ્પાઉન્ડ પુલી A એક આંટા ફરે ત્યારે Pની ગતિ} \\ = 2 \pi R, \text{ અને તેટલાજ વખતમાં Wની ગતિ} = \frac{2 \pi R - 2 \pi r}{2} \\ = \frac{\pi (R - r)}{1} = \pi (R - r) \text{ છે, અને} \end{aligned}$$

થયલું કામ =  $W \times \pi (R - r)$ ,  
તેટલા માટે ધર્ષણ જ્ઞાનમાં ન લેતાં—

ખર્ચ કરેલી શક્તિ = થયલું કામ

$$P \times 2 \pi R = W \times \pi (R - r)$$

$$2 P R = W (R - r)$$

$$\therefore P = \frac{W (R - r)}{2 R},$$

$$\text{અને } W = \frac{2 P R}{R - r}$$

$$\text{વળી ગતિનું પ્રમાણ} = \frac{2 \pi R}{\pi (R - r)} = \frac{2 R}{R - r}$$

$$\text{યાંત્રિક લાભ} = \frac{W}{P} = \frac{2 R}{R - r}$$

હીલ અને કમ્પાઉન્ડ એક્સલને જે બાધ નડતો હતો તે હવે વધુ વાર રહેતો નથી, કારણ કે અનંત સાંકળ વપરાયેલી છે, અને

ને ઉચ્ચાઈએથી W ઉપાડવો હોય તેને અનુકુળ થાય એટલો લાંબો દીલો લુપ બનાવી શકાય.

વ્યવહારિક યાંત્રિક લાલ (મીકેનિકલ એડવાન્ટેજ) અને કાર્યસાધકતા (એફીશીઅન્સી) પ્રયોગથી મેળવી શકાય છે, અને તેનાં પરિણામો થીઅરી પ્રમાણે જે પરિણામો મેળવ્યાં છે તેનાં કરતાં ઘણાં ઓછાં છે. આ પ્રમાણે વેસ્તન્સ ડીફ્રેન્શીઅલ પુલી બ્લોકની એફીશીઅન્સી ઘણી ઓછી હોવાથી વજન ઉપાડવાની ક્રયા દરમ્યાન જે હાથ વડે પકડેલી સાંકળને છોડી દેવામાં આવે, એટલે ખેંચાણ અથવા જોર P ઉચ્ચકી લેવામાં આવે તો પણ વજન નીચે ઉતરી પડતું નથી પણ જે સ્થાને લટકેલું હશે તેજ સ્થાને લટકેલું રહે છે. આ મશીનમાં વજન નીચે નહિ ઉતરી પડવાનાં કારણ એ છે કે—(૧) ઉપલા બ્લોકની પુલીઓ ઉપરથી સાંકળ સરી જતી નથી, કારણ કે સાંકળના અંકડા પુલીઓના પરિઘના ગાળામાં આપેલા ખાંચામાં ખેસે છે, અને (૨) ઉપલા બ્લોકની પુલીઓ અને તેમની ધરી વચ્ચે એટલું અધું ઘર્ષણ હોય છે કે અર્થ કરેલી શક્તિના ૫૦ ટકાથી વધુ તે ઘર્ષણ દુર કરવામાં અર્થ થાય છે.

**દાખલો ૮**—એક વેસ્તન ડીફ્રેન્શીઅલ પુલી બ્લોકમાં મોટી પુલીનો વ્યાસ ૬ ઇંચ અને નાની પુલીનો વ્યાસ ૫ ઇંચ છે. (દરેક આખતમાં આ વ્યાસો સાંકળનાં મધ્યથી મધ્ય સુધી લેવામાં આવે છે.) જે આ મશીનની એફીશીઅન્સી ૪૦ ટકા હોય, તો  $\frac{1}{2}$  ટનનું વજન ઉપાડવા માટે કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈશે ?

અર્થ કરેલી શક્તિ  $\times$  એફીશીઅન્સી = ઉપયોગી કામ

$$P \times 2 \pi R \times E = W \times \pi (R - r)$$

$$P \times 2 \times 3 \times \frac{40}{100} = \frac{1}{2} \times 2240 (3 - 2\frac{1}{2})$$

$$P \times 6 \times \frac{40}{100} = 1120 \times \frac{1}{2}$$

$$\therefore P = \frac{1120 \times 1 \times 100}{2 \times 6 \times 40} = \frac{1000}{3} = 233.3 \text{ પૌંડ}$$

**દાખલો ૯—**એક વેસ્તન બ્લોકમાં પુલીઓના વ્યાસો અનુક્રમે ૪૩ ઇંચ અને ૪ ઇંચ છે, તો ધર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં ૨૦ પૌન્ડનાં જોર વડે કેટલું વજન ઉપાડી શકાશે? જો બ્લોકની એપ્રીશીયન્સી ૩૫ ટકા હોય, તો કેટલું વજન ઉપાડી શકાય?

ધર્ષણ ધ્યાનમાં ન —

$$P \times 2 \pi R = W \times \pi (R - r)$$

$$20 \times 2 \times 2.25 = W (2.25 - 2)$$

$$\therefore W = \frac{20 \times 2 \times 2.25}{.25} = \underline{360 \text{ પૌન્ડ}}$$

ધર્ષણ ધ્યાનમાં લેતાં—

$$P \times 2 \pi R \times E = W \times \pi (R - r)$$

$$20 \times 2 \times 2.25 \times \frac{35}{100} = W (2.25 - 2)$$

$$\therefore W = \frac{20 \times 2 \times 2.25 \times 35}{100 \times .25} = \underline{126 \text{ પૌન્ડ}}$$

**દાખલો ૧૦—**એક વેસ્તન ડીફરેન્શીયલ પુલી બ્લોકમાં ૧૫ પૌન્ડનાં જોર વડે ૬૦ પાઉન્ડ વજન ઉપાડી શકાય છે એમ પ્રયોગ ઉપરથી માલમ પડ્યું છે. મોટી પુલીનો વ્યાસ ૨ ઇંચ અને નાની પુલીનો વ્યાસ ૧.૭૫ ઇંચ છે, તો (૧) થીઅરી પ્રમાણે યાંત્રિક લાભ શોધો, (૨) ખરેખરો યાંત્રિક લાભ શોધો, (૩) આ મશીનની એપ્રીશીયન્સી અથવા મોડ્યુલસ શોધો, અને (૪) એપ્રીશીયન્સી ટકામાં શોધો.

$$(૧) \text{ થીઅરી પ્રમાણે યાંત્રિક લાભ} = \frac{W}{P} = \frac{2R}{R - r}$$

$$= \frac{2 \times 1}{1 - .75}$$

$$= \frac{2}{.25} = \underline{\frac{8}{1}}$$

$$(૨) \text{ વ્યવહારમાં મળતો યાંત્રિક લાભ} = \frac{W}{P} = \frac{60}{15} = \underline{\underline{4}}$$

$$(૩) \text{ એપ્રીશીઅન્સી} = \frac{\text{ખર્ચ કરેલી શક્તિ}}{\text{ઉપયોગી કામ}} = \frac{૧૫}{૬૦} = \frac{૧}{૪} = \underline{૦.૨૫}$$

$$(૪) \text{ એપ્રીશીઅન્સી ટકામાં} = ૦.૨૫ \times ૧૦૦ = \underline{૨૫ \text{ ટકા}}$$

**દાખલો ૧૧**—એક વેસ્તન બ્લોકમાં પુલીના વ્યાસો ૮ ઇંચ અને  $૬\frac{૩}{૪}$  ઇંચ છે, તો પુલી બ્લોકના ૧૨ આંટામાં વજન કેટલી ઉંચાઈએ ઉંચકાશે ?

$$\begin{aligned} \text{એક આંટામાં વજનનો ઉપાડ} &= \pi (R - r) \\ &= \pi (૪ - ૩\frac{૩}{૪}) \\ &= \frac{૩\pi}{૪} \text{ ઇંચ} \end{aligned}$$

આંટા            આંટા            ઇંચ

$$૧ : ૧૨ :: \frac{૩\pi}{૪}$$

$$\therefore W\text{નો ઉપાડ} = \frac{૩ \times ૩.૧૪૧૬ \times ૧૨}{૪}$$

$$= ૨૮.૨૭૪૪ \text{ ઇંચ} = \underline{૨.૩૫૬૨ \text{ ફુટ}}$$

**દાખલો ૧૨**—એક વેસ્તન ડીફરેન્શીઅલ પુલી બ્લોકમાં વજનને દર મીનીટે ૪ ફુટની ઝડપે ઉપાડવાનું છે, અને કમ્પાઉન્ડ શીવની પુલીઓના વ્યાસો અનુક્રમે ૬ ઇંચ અને ૫ ઇંચ છે, તો તે સાંકળને દર મીનીટે કેટલી ઝડપે ખેંચવી પડશે ?

$$\begin{aligned} \text{એક આંટામાં વજનનો ઉપ} &= \pi (R - r) \\ &= \pi (૩ - ૨\frac{૩}{૪}) \\ &= \frac{\pi}{૨} \text{ ઇંચ} \end{aligned}$$

Wનો ઉપાડ            Wનો ઉપાડ            આંટા

$$\frac{\pi''}{૨} : ૪૮'' : ૧$$

કમ્પાઉન્ડ શાવને દરમીનીટે ફરવા નોંધતા આંટાની સંખ્યા =  $\frac{૪૮ \times ૨}{\pi}$

$$= \frac{૯૬}{\pi} \text{ આંટા દર મીનીટે}$$

એક આંટામાં જે અંતર સુધી સાંકળ ખેંચાય તે અંતર =  $૨ \pi R$

$$= ૨ \pi \times ૩$$

$$= ૬ \pi \text{ ઇંચ}$$

આંટા                      આંટા                      કુટની સાંકળની ઝડપ

$$૧ : \frac{૯૬}{\pi} :: \frac{૬ \pi}{૧૨}$$

$$\text{દર મીનીટે સાંકળની ઝડપ} = \frac{૬ \pi}{૧૨} \times \frac{૯૬}{\pi}$$

$$= ૪૮ \text{ ફુટ દર મીનીટે.}$$

**દાખલો ૧૩**—એક વેસ્તન પુલી પ્લોકમાં મોટી પુલીનો વ્યાસ ૮ ઇંચ અને નાની પુલીનો વ્યાસ ૭ ફી ઇંચ છે. જે સાંકળને દર મીનીટે ૮૦ ફુટની ઝડપે ખેંચવામાં આવે, તો દર મીનીટે વજન કેટલી ઝડપે ઉંચકાશે ?

$$\text{એક આંટામાં વજનનો ઉપાડ} = \pi (R - r)$$

$$= \pi (૪ - ૩\frac{૩}{૪})$$

$$= \frac{\pi}{૪} \text{ ઇંચ}$$

$$\text{એક આંટામાં સાંકળની ઝડપ} = ૨ \pi R$$

$$= ૨ \times \pi \times ૪$$

$$= ૮ \pi \text{ ઇંચ}$$

$$= \frac{૮ \pi}{૧૨} \text{ ફુટ}$$

$$\frac{૪૮}{\frac{૮ \pi}{૧૨}} : ૮૦ :: ૧ : \text{આંટા}$$

$$\text{દર મીનીટે આંટાની સંખ્યા} = \frac{૮૦ \times ૧૨}{૮ \times \pi} = \frac{૧૨૦}{\pi} \text{ આંટા}$$

$$\begin{array}{ccc} \text{આંટા} & \text{આંટા} & \text{વજનનો ઉપાડ} \\ ૧ & : \quad \frac{૧૨૦}{\pi} & : : \quad \frac{\pi''}{૪} \end{array}$$

$$\begin{aligned} \text{દર મીનીટે વજનનો ઉપાડ} &= \frac{\pi}{૪} \times \frac{૧૨૦}{\pi} \\ &= ૩૦ \text{ ઇંચ} = \underline{૨.૫ \text{ ફીટ}} \end{aligned}$$

**દાખલો ૧૪**—એક વેસ્ટન પુલ્લી ખ્લોકમાં ૩૦ પૌંડનાં જોર વડે ૧૬૮ પૌંડનું વજન ઉપાડવાનું છે. કમ્પાઉન્ડ પુલ્લીના નાના ભાગનો વ્યાસ ૬ ઇંચ છે. જો આ ટેકલની એપ્રીશીયન્સી ૪૦ ટકા હોય, તો મોટા ભાગનો વ્યાસ કેટલો રાખવો જોઈશે ?

ખર્ચ કરેલી શક્તિ  $\times$  એપ્રીશીયન્સી = ઉપયોગી કામ

$$P \times ૨ \pi R \times E = W \times \pi (R - r)$$

$$૩૦ \times ૨ \times R \times \frac{૪૦}{૧૦૦} = ૧૬૮ (R - ૩)$$

$$૬૦ \times R \times \frac{૪૦}{૧૦૦} = ૧૬૮ R - ૫૦૪$$

$$૨૪ R = ૧૬૮ R - ૫૦૪$$

$$૫૦૪ = ૧૬૮ R - ૨૪ R$$

$$૫૦૪ = ૧૪૪ R$$

$$\therefore R = \frac{૫૦૪}{૧૪૪} = \frac{૭}{૨}$$

$$= ૩\frac{૧}{૨} \text{ ઇંચ}$$

$$\therefore \text{વ્યાસ} = ૩\frac{૧}{૨} \times ૨ = \underline{૭ \text{ ઇંચ}}$$



## એક્સસાઈઝ ૭મી.

૧. એક વ્હીલ અને કમ્પાઉન્ડ એક્સલમાં એક્સલના બે ભાગોના વ્યાસો અનુક્રમે ૫ ઇંચ અને ૬ ઇંચ છે. વજન  $W$ ને એક સાંગલ મુવએબલ પુલી ઉપરથી લટકાવવામાં આવે છે, અને તે વજનને ૧૫ ઇંચ લાંબા લીવર-હેન્ડલને છેડે લાગુ પાડેલાં જોર  $P$  વડે ટેકવવામાં આવે છે, તો  $P$  અને  $W$  વચ્ચેનું પ્રમાણ શોધો.

૨. એક વ્હીલ અને કમ્પાઉન્ડ એક્સલમાં એક્સલના મોટા ભાગનો વ્યાસ ૧૧ ઇંચ અને નાના ભાગનો વ્યાસ ૯ ઇંચ છે, અને વ્હીલનો વ્યાસ ૫ ફુટ છે. જો વ્હીલની રીમ નજદીક બેસાડેલા હાથા ઉપર ૨૦ પૌન્ડનું જોર લાગુ પાડવામાં આવે, તો ધર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં કેટલું વજન ઉપાડી શકાશે ?

૩. એક ચાઈનીઝ વીન્ડલેસમાં એક્સલના બે ભાગોના વ્યાસો અનુક્રમે ૧૦ ઇંચ અને ૧૨ ઇંચ છે, તો સાંગલ મુવએબલ પુલી ઉપરથી લટકાવેલાં ૪૮ પૌન્ડનાં વજનને ઉપાડવા માટે ૪ ફુટ લાંબા લીવર-હેન્ડલને છેડે કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈશે ?

૪. એક વ્હીલ અને કમ્પાઉન્ડ એક્સલમાં લીવર-હેન્ડલની લંબાઈ ૧૨ ઇંચ છે, અને તે ઉપર લાગુ પાડેલાં ૧૦ પૌન્ડનાં જોર વડે ૪૮૦ પૌન્ડનું વજન ઉપાડવામાં આવે છે. જો એક્સલના મોટા ભાગનો વ્યાસ ૩ ઇંચ હોય, તો નાના ભાગનો વ્યાસ કેટલો હશે ?

૫. એક ચાઈનીઝ વીન્ડલેસમાં એક્સલના મોટા ભાગનો વ્યાસ ૬ ઇંચ અને નાના ભાગનો વ્યાસ ૪ ઇંચ છે. હાથાની લંબાઈ ૨૦ ઇંચ છે, તો હાથાની ગતિ અને ઉપાડેલાં વજનની ગતિ વચ્ચેનું પ્રમાણ શોધો.

૬. એક ડીફ્રેન્શીઅલ વીન્ડલેસમાં એક્સલના બે ભાગોના વ્યાસો વચ્ચેનો તફાવત કેટલો હોવો જોઈએ કે જેથી  $P$ ની ગતિ  $W$ ની ગતિથી ૧૦૦ ગણી મળે. હાથાની લંબાઈ ૨ ફુટ છે.

૭. એક વહીલ અને કમ્પાઉન્ડ એક્સલમાં યાંત્રિક લાભ ૪૦ : ૧ છે. એક્સલના બે ભાગોના વ્યાસ અનુક્રમે ૮ અને ૭ ઇંચ છે, તો લાથાની લંબાઈ કેટલી જોઈએ કે જેથી P અને W સમતોલ થાય.

૮. એક ચાઈનીઝ વીન્ડલેસમાં એક્સલના મોટા ભાગનો વ્યાસ ૧૦ ઇંચ અને નાના ભાગનો વ્યાસ ૮ ઇંચ છે, તો વજનને ૧૦ ફુટની ઉંચાઈએ ઉપાડવા માટે દોરકું કેટલું લાંબું વાપરવું પડશે ?

૯. એક વેસ્ટન ડીફરેન્શીઅલ પુલી બ્લોકમાં પુલીઓના વ્યાસો અનુક્રમે ૭ ઇંચ અને ૬૩/૪ ઇંચ છે. જો એપ્રીશીઅન્સી ૩૦ ટકા હોય, તો ૧૨ પૌન્ડનું જોર લાગુ પાડી કેટલું વજન ઉપાડી શકાશે ?

૧૦. એક વેસ્ટન પુલી બ્લોકમાં પુલીઓના વ્યાસો ૬ ઇંચ અને ૫ ઇંચ છે. જો એપ્રીશીઅન્સી ૩/૪ હોય, તો ૨૫૦ પૌન્ડનું વજન ઉપાડવા માટે કેટલા પૌન્ડનું જોર લાગુ પાડવું જોઈશે ?

૧૧. એક વેસ્ટન પુલી બ્લોકમાં ૨૦ પૌન્ડનાં જોર વડે ૧૦૦ પૌન્ડનું વજન ઉપાડી શકાય છે એમ પ્રયોગથી માલમ પડ્યું છે. મોટી પુલીનો વ્યાસ ૪ ઇંચ અને નાની પુલીનો વ્યાસ ૩૩/૪ ઇંચ છે, તો (૧) થીઅરી પ્રમાણે યાંત્રિક લાભ શોધો, (૨) ખરેખરો યાંત્રિક લાભ શોધો, (૩) આ મશીનની એપ્રીશીઅન્સી અથવા મોડ્યુલસ શોધો, અને (૪) એપ્રીશીઅન્સી ટકામાં શોધો.

૧૨. એક વેસ્ટન ડીફરેન્શીઅલ પુલી બ્લોક વડે એક વજનને દર મીનીટે ૫ ફુટની ઝડપે ઉપાડવાનું છે. નાની પુલીનો વ્યાસ ૭ ઇંચ અને મોટી પુલીનો વ્યાસ ૮ ઇંચ છે, તો સાંકળને દર મીનીટે કેટલી ઝડપે ખેંચવી પડશે ?

૧૩. એક વેસ્ટન પુલી બ્લોકમાં બે પુલીઓના વ્યાસો અનુક્રમે ૮ ઇંચ અને ૭૩/૪ ઇંચ છે, અને એમ માલમ પડ્યું છે કે ૨૪૦ પૌન્ડનું વજન ઉપાડવા માટે ૨૫ પૌન્ડનું જોર પુરતું છે, તો આ ટેક્સની એપ્રીશીઅન્સી શોધો.

૧૪. એક વેસ્તન ખ્લોકમાં પુલીના વ્યાસ અનુક્રમે ૬ અને ૫૩ ઇંચ છે, તો કમ્પાઉન્ડ શીવને ૧૦ આંટા ફેરવવાથી વજન કેટલી ઉંચાઈએ ઉંચકાશે ?

૧૫. એક વેસ્તન પુલી ખ્લોકમાં બે પુલીના વ્યાસો અનુક્રમે ૧૦ ઇંચ અને ૯ ઇંચ છે, તો ૨૦૦૦ પૌંડનું વજન ઉપાડવા માટે કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈએ ? આ લોડ માટેની એપ્રીશીઅન્સી ૬૫ ટકા છે.

૧૬. વેસ્તન ડીફરેન્શીઅલ પુલી ખ્લોકની આકૃતિ કાઢો. જો આ ખ્લોકમાં નાની પુલીનો વ્યાસ મોટી પુલીના  $\frac{૧}{૩}$  હોય, તો ધર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં ૩૦૦૦ પૌંડનું વજન ઉપાડવા માટે કેટલું જોર જોઈશે ? વળી જો એપ્રીશીઅન્સી ૩૫ ટકા હોય, તો ધર્ષણ ધ્યાનમાં લેતાં ઉપલુંજ વજન ઉપાડવા માટે કેટલું જોર જોઈશે ?

૧૭. એક વેસ્તન પુલી ખ્લોકની આકૃતિ કાઢી તેનું વર્ણન કરો, અને આ ટેકલમાં “ મોમેન્ટના નિયમ ” વડે અને “ કામના નિયમ ” વડે યાંત્રિક લાભ શોધવાની રીતો સમજાવો. જો વજનને આ વેસ્તન પુલી ખ્લોક વડે ઉપાડવામાં આવ્યું હોય તે વજનને લટકતું રહેવા દર્જ જો ખંચાણ અથવા જોર સાંકળ ઉપરથી ખસેડી લેવામાં આવે તો શા કારણે તે વજન નીચે ઉતરી પડતું નથી તે સ્પષ્ટ સમજાવો.

૧૮. એક વેસ્તન પુલી ખ્લોકમાં મોટી પુલીનો વ્યાસ નાની પુલીના વ્યાસના  $\frac{૧}{૩}$  ગણો છે. જો સાંકળને દર મીનીટે ૬૦ ફુટની ઝડપે ખંચવામાં આવે, તો દર મીનીટે વજન કેટલી ઝડપે ઉંચકાશે ?

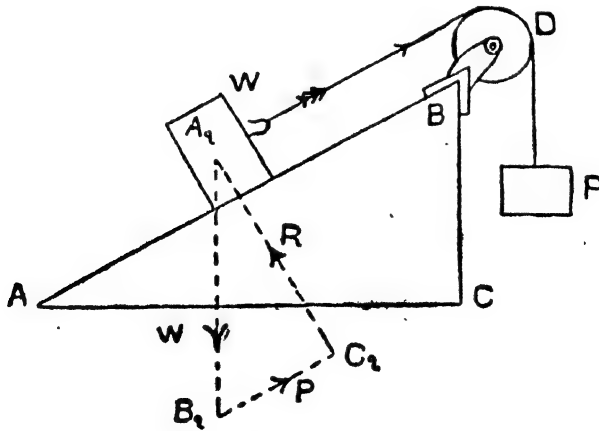
૧૯. એક વેસ્તન ખ્લોકને ૨૫ પૌંડનાં જોર વડે ૧૨૫ પૌંડનું વજન ઉપાડવા માટે વાપરવાનો છે. કમ્પાઉન્ડ શીવના મોટા ભાગનો વ્યાસ ૧૦ ઇંચ છે. જો ટેકલની એપ્રીશીઅન્સી ૩૦ ટકા હોય, તો નાના ભાગનો વ્યાસ કેટલો રાખવો જોઈશે ?

## પ્રકરણ ૭મું

ઢાળવાળી સપાટી; સ્ક્રુ અને સ્ક્રુ ગીઅરોંગ;  
વર્મ અને વર્મ ંહીલ.

ઢાળવાળી સપાટી (ઇન્કલાઇન્ડ પ્લેન **Inclined Plane**)—એ એક સપાટી છે જે આડી સપાટીને ઢળતી હોય છે, અને તેની મદદ વડે આપેલાં જોર વડે ઘણાં ભારે વજનને તે સપાટીની ઉંચાઈએ ઉપાડી શકાય છે.

ધારોકે આકૃતિ ૪૯માં AB આડી સપાટીથી કોઈપણ ખુણે ઢળતી સપાટી છે, ત્યારે ABને ઢાળવાળી સપાટીની લંબાઈ અથવા કર્ણ (hypotenuse) કહેવામાં આવે છે અને તેને 1 અક્ષર વડે



આકૃતિ ૪૯

ઝોળખીશું, BCને ઉંચાઈ અથવા લંબ (perpendicular) કહેવામાં આવે છે જેને h અક્ષર વડે ઝોળખીશું, અને ACને તળીયું અથવા પાયો કહેવામાં આવે છે જેને b અક્ષર વડે ઝોળખીશું.

(૧) જ્યારે જોર ઢળતી સપાટીને સમાંતર કાર્ય કરે—

ગાંઠડ પુલી Dની મદદ વડે ઢળતી સપાટીની લંબાઈને સમાંતર જોર P કાર્ય કરે છે, ત્યારે ધર્મણુ ધ્યાનમાં ન લેતાં Aથી B સુધી વજન Wને ખસેડતાં—

$$\begin{aligned} P \text{નું કામ} &= W \text{નું કામ} \\ P \times AB &= W \times BC \\ \therefore P \times 1 &= W \times h \\ \text{અને } \frac{W}{P} &= \frac{1}{h} \end{aligned}$$

P અને W વચ્ચેનું પ્રમાણ શોધવાની ખીજ રીત આગળ શીખી ગયા મુજબ ત્રાયઝોંગલ ઓફ ફોર્સિસની રીત છે.

આકૃતિ ૪૯માં પદાર્થ અથવા વજન Wને ત્રણ જોરો વડે સમતોલપણામાં રાખેલો છે, જે જોરો નીચે પ્રમાણે છે:—(૧) દોરી ઉપરનું તાણ અથવા ખેંચાણ; (૨) પદાર્થનાં વજનને લીધે સપાટી ઉપરનું પ્રતિકાર્ય; અને (૩) પદાર્થનું વજન W જે ઉભી લીટીમાં કાર્ય કરે છે.

જોરોની આકૃતિ (diagram) દોરવા માટે વજન Wને કોઈપણ સ્થાને ઉભી લીટી  $A_1 B_1$  ઉપર મુકી માપવામાં આવે છે, અને  $B_1$  ઉપરથી એક લીટી જોરની દિશાને સમાંતર દોરવામાં આવે છે, જે લીટી A ઝિંદુએથી ઢળતી સપાટીને કાટખુણે દોરાયેલી લીટી સાથે  $C_1$  ઝિંદુમાં મળે છે. આ ત્રિકોણની બાજુઓ W ઉપર કાર્ય કરતાં જોરોનાં પ્રમાણમાં થશે.

$$\therefore P : W :: B_1 C_1 : A_1 B_1,$$

પણ ત્રિકોણો ABC અને  $A_1 B_1 C_1$  સરખા છે,

$$\text{તેથી } B_1 C_1 : A_1 B_1 :: BC : AB$$

$$\therefore P : W :: BC : AB$$

$$\therefore P \times AB = W \times BC$$

અથવા  $P \times \text{લંબાઈ} = W \times \text{ઊંચાઈ}$

$$P \times l = W \times h.$$

તેજ પ્રમાણે  $R : W :: AC : AB$

$$\therefore R \times AB = W \times AC$$

અથવા  $R \times \text{લંબાઈ} = W \times \text{પાયો}$

$$R \times l = W \times b.$$

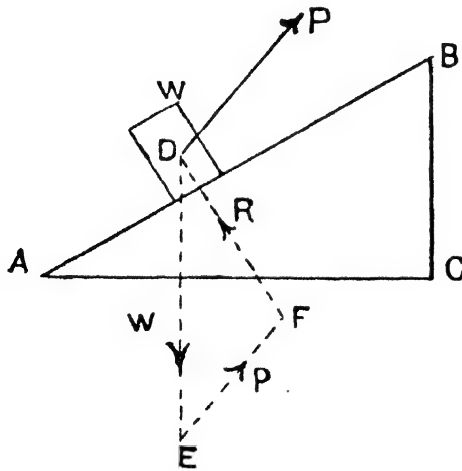
અને તેજ પ્રમાણે  $P : R :: BC : AC$

$$\therefore P \times AC = R \times BC$$

અથવા  $P \times \text{પાયો} = R \times \text{ઊંચાઈ}$

$$P \times b = R \times h.$$

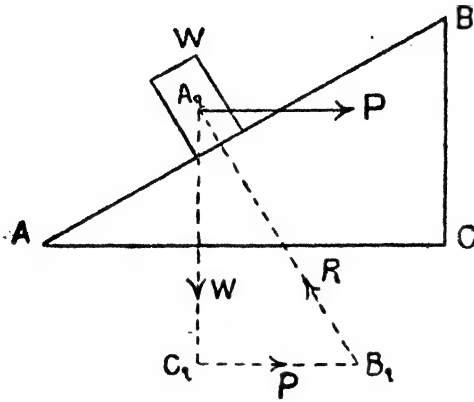
અહિંમાં  $R =$  ઢાળવાળી સપાટી ઉપરનું દબાણ અથવા પ્રતિગ્રસ્થ દર્શાવે છે.



આકૃતિ ૫૦.

(૨) જ્યારે જોરને ઢાળતી સપાટીને સમાંતર ન લાગુ પાડતાં કોઈ પણ ખુણે લાગુ પાડવામાં આવે- આકૃતિ ૫૦માં આ બતાવ્યું છે. એમાં ત્રિકોણ DEF પહેલાંની માફક દોરવામાં આવ્યો છે, અને તેની ત્રણ બાજુઓ ત્રણ જોરો P, W, અને Rની અનુક્રમે આવતી દિશાને સમાંતર રાખી છે,

ત્યારે,  $P : W :: EF : DE$ , અને  
 $R : W :: DF : DE$ , અને  
 $P : R :: EF : DF$ .



(૩) જ્યારે જોરને આડી દિશામાં એટલે પાયાને સમાંતર લાગુ પાડવામાં આવે—

આગળ પ્રમાણે પદાર્થ ઉપર ત્રણ જોરો કાર્ય કરે છે, જે આકૃતિ પૃષ્ઠમાં દેખા-જ્યા પ્રમાણે અમુક રફેલે મુકી શકાય; ત્યારે,

આકૃતિ પૃષ્ઠ

$$P : W :: C_1B_1 : A_1C_1$$

અથવા,  $P : W :: CB : AC$

$$\therefore P \times AC = W \times CB$$

$$\therefore P \times \text{પાયો} = W \times \text{ઉંચાઈ}$$

$$P \times b = W \times h.$$

વળી,  $R : W :: AB : AC$

$$\therefore R \times AC = W \times AB$$

$$R \times \text{પાયો} = W \times \text{લંબાઈ}$$

$$R \times b = W \times l$$

વળી  $P : R :: CB : AB$

$$\therefore P \times \text{લંબાઈ} = R \times \text{ઉંચાઈ}$$

$$P \times l = R \times h.$$

**ફાંચર (વેજ Wedge)**—પદાર્થ ચીરીને છુટા પાડવા માટે ડબલ ઇન્કલાર્પનિડ પ્લેન (એટલે બેવડી ઢાળવાળી સપાટી) વાપરવામાં આવે છે જેને “ફાંચર” (વેજ wedge) કહે છે. આવી બાબતમાં ઢાળવાળી સપાટી (પ્લેન) સ્થાઈ નથી, પણ ઢાળવાળી સપાટીની ઉંચાઈને કાટખુણાની દિશામાં કાર્ય કરતાં જોરો વડે આગળ અને આગળ ચલાવવામાં આવે છે. દુર કરવામાં આવતો અવરોધ ફાંચર

વડે છુટા પાડવામાં આવતા પદાર્થને લીધે છે, અને આ અવરોધ ઢાળવાળી સપાટીની લંબાઈને કાટખુણે કાર્ય કરે છે. આ ઉપરથી જણાશે કે ઉપર વર્ણવેલા ત્રણ દાખલામાંના ત્રીજા દાખલાને આ મળતો આવે છે જેમાં જોર P પાયાને સમાંતર કાર્ય કરે છે અને R અવરોધ છે જે દુર કરવાનો છે, અને બે સરખી ઢાળવાળી સપાટીઓને પાયા સાથે પાચો અથડાવી મુકેલી છે. તે દાખલામાં જણાવ્યું હતું કે  $P : R :: BC : AB$  છે, પણ ફાંચરનાં દાખલામાં અવરોધ Rને બેવડી ઉંચાઈ જેટલાં અંતરથી દુર કરવામાં આવશે તેટલા માટે

$$P : R :: 2 BC : AB,$$

અથવા,  $P : R :: 2$  ઉંચાઈ : લંબાઈ,

$$\therefore P \times \text{લંબાઈ} = 2 R \times \text{ઉંચાઈ}.$$

આડી સપાટી ઉપર ટેકવેલા પદાર્થને તે સપાટી ઉપર ખસેડવા માટે જોઈતું જોર જે આડી લીટીને કોઈપણ ખુણે ઢળતું કાર્ય કરતું હોય તે શોધવા વિષે—

આકૃતિ પરમાં જે વેળાએ પદાર્થ સરકવાની અણી ઉપર હોય છે તે વેળાએ કાર્ય કરતાં જોરો દેખાડ્યાં છે, એમાં વજન W ઉભી દિશામાં નીચલી તરફ કાર્ય કરે છે, જોર Q આડી લીટી સાથે અમુક ડીગ્રીના ખુણે કરે છે, અને R સપાટીનું લંબ લીટીમાં કાર્ય કરતું પ્રતિકાર્ય છે. ગતિને નડતો ધર્ષણનો અવરોધ F છે, જે કોએફિશિયન્ટ ઓફ ફ્રીક્શન (ધર્ષણનો ગુણક) અને પ્રતિકાર્ય Rના ગુણાકારની બરાબર છે. આ છેલ્લાં બન્ને જોરો F અને Rને સંયુક્ત કરી તેનો રીઝલ્ટન્ટ શોધવાથી આપણને જ્યારે ગતિ શરૂ થાય ત્યારે સપાટીનું ખરેખરું પ્રતિકાર્ય  $R_0$  મળે છે. આ પ્રમાણે જો  $AB = R$  અને  $AC = F$  (આકૃતિ પર) હોય, ત્યારે પેરેલેલોગ્રામ ઓફ ફોર્સીસના નિયમ પ્રમાણે કર્ણ (હાઇપોટેન્યુસ)  $AD = R_0$  છે, અને તેની દિશા એવી છે કે

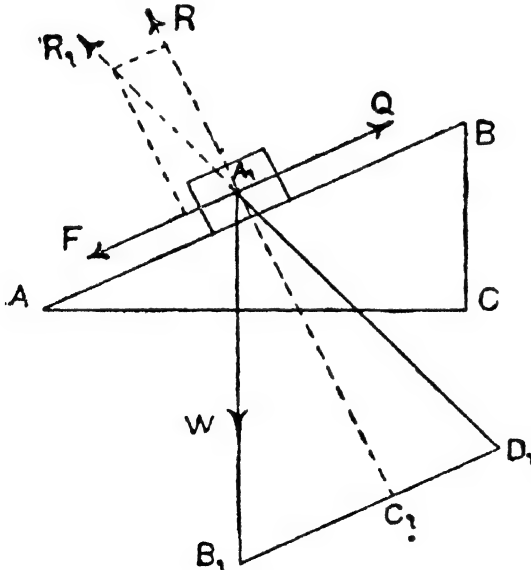




હસેલવામાં આવે, તો વજન  $W$ ને જમણી તરફથી ડાબી તરફ ખસેડવા માટે જોઈતું જોર  $K_q A$  છે.

**ઢાળવાળી સપાટી ઉપર ધર્ષણ ધ્યાનમાં લેવા વિષે—**

આ પ્રકરણની શરૂઆતમાં આપણે જે ઢાળવાળી સપાટી લીધી છે તેમાં ધર્ષણ ધ્યાનમાં લીધું નથી, એટલે તે સપાટા સંપુર્ણ લીસી છે અને સપાટીની ઉપર અને નીચે ખસેડતાં પદાર્થની ગતિને નડતો ધર્ષણનો અવરોધ ખીલકુલ નથી એમ માની લીધું છે, પણ ખરેખરી રીતે આ પ્રમાણે હોતું નથી. ધર્ષણના અવરોધને ઢાળવાળી સપાટીને સમાંતર આવતાં જોર વડે દર્શાવવામાં આવે છે. આ જોરની અતિશયતા સંબંધમાં આવતી સપાટી વચ્ચેનો ધર્ષણનો ગુણક એટલે કોએફિશિન્ટ ઓફ ફ્રીક્શન અને વજનને લીધે સપાટી ઉપરનાં લંબ (normal) પ્રતિકાર્ય  $R$ ના ગુણાકારની બરાબર છે.



આકૃતિ ૫૩

**(૧) ઢાળની લંબાઈને સમાંતર જોર કાર્ય કરે ત્યારે—**

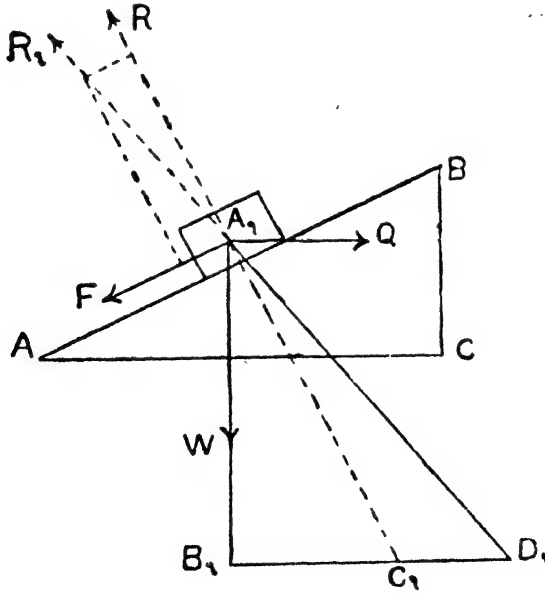
આ બાબતમાં ધર્ષણ ધ્યાનમાં લેવાથી સપાટીઓ વચ્ચેનું પ્રતિકાર્ય હવે સપાટીને કાટખુણે આવતું નથી, પણ તે લંબ પ્રતિકાર્ય  $R$  અને ધર્ષણના અવરોધ  $F$ નો રીઝલ્ટન્ટ છે, અને તે લંબ પ્રતિકાર્ય  $R$  સાથે એંગલ ઓફ રીપોઝ (angle of repose)ની બરાબરનો ખુણો કરે છે;

તેનાં કાર્યની લીટી આકૃતિ ૫૩માં  $R_q$  વડે દેખાડી છે. ત્યારે વજન

Wને ઢાળની ઉપર ચઢાવવા માટે જોઈતું જોર Q શોધવા માટે વજન Wને દર્શાવનારી લીટી  $A_1 B_1$  દોરો, અને ગતિની દિશાની વિરુદ્ધ દિશામાં લંબ પ્રતિકાર્ય R સાથે અંગત ઓફ રીપોઝ જોટલો ખુણો કરતી લીટી  $R_1$  દોરો, એટલે બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો પેરેલેલોગ્રામ ઓફ ફોર્સિસની રીતે R અને Fનો રીઝલ્ટન્ટ દર્શાવનારી લીટી  $R_1$  દોરો, અને આ  $R_1$  લીટીને નીચલી તરફ આકૃતિમાં બતાવેલી લીટી  $A_1 D_1$  માફક એવી રીતે લંબાવો કે જોથી તે Q જોરનાં કાર્યની લીટીને સમાંતર  $B_1$  થી દોરેલી લીટીને  $D_1$  આગળ મળે. ત્યારે  $B_1 D_1$  ઢાળની સપાટીનાં ધર્ષણ અને ગુરુત્વની સામે ઢાળ ઉપર વજન Wને ખસેડવા માટે જોઈતું જોર Q દર્શાવે છે.

$$\text{એન્થ્રોપીએન્સી} = \frac{\text{થીઅરી પ્રમાણનું જોર}}{\text{ખરેખરું જોર}} = \frac{B_1 C_1}{B_1 D_1}$$

(૨) ઢાળના પાયાને સમાંતર જોર કાર્ય કરે ત્યારે—  
એમાં ઢાળની સપાટીનાં ધર્ષણ અને ગુરુત્વની સામે ઢાળ ઉપર

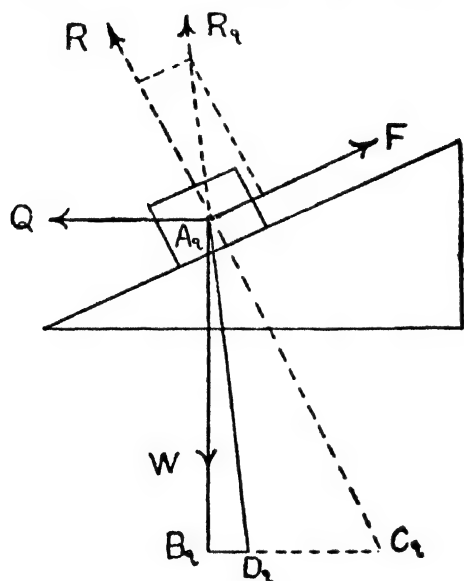


આકૃતિ ૫૪

વજન  $W$ ને ખસેડવા માટે જોઈતું જોર ઉપલીજ રીતે શાધી શકાશે.  
ખરેખર જોર  $Q = B_q D_q$  છે. (જુઓ આકૃતિ ૫૪), અને  
એપ્રીશીઅન્સી =  $\frac{B_q C_q}{B_q D_q}$ .

આપણે પાછળથી જોઈશું કે આ બાબત ખાસ અગત્યની છે. કારણ કે તે સ્કેની બાબતને લાગુ પડે છે.

ઉપલી ખામતો જ્યારે વજનને ઢાળની ઉપર ચઢાવવામાં આવે ત્યારે ખરી છે. જો વજનને ઢાળની નીચે ઉતારવામાં આવે, તો જોરો

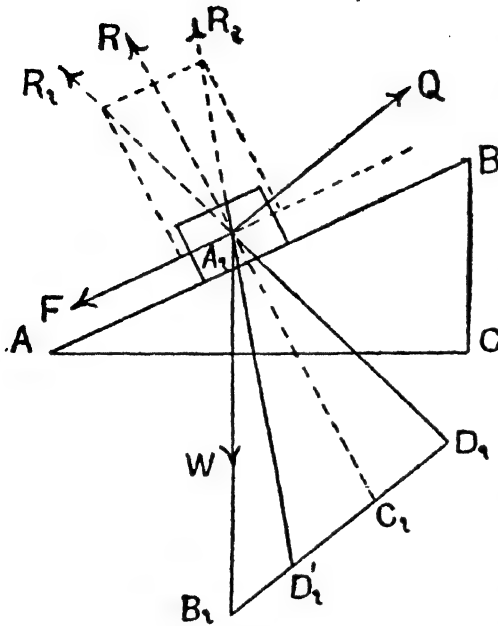


આકૃતિ ૫૫

નીચે વજન  $W$ ને ખસેડવા માટે જોઇતું જોર  $Q$  દર્શાવે છે.

(૩) ઢાળની સપાટી સાથે કોઈપણ ખુલ્લું જોર કાર્ય કરે ત્યારે—

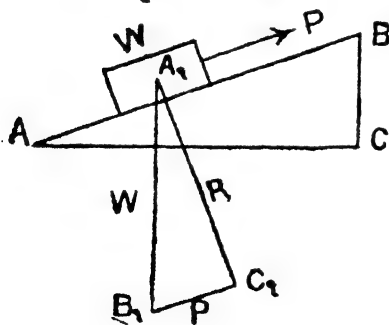
એમાં ઢાળની સપાટીનાં ધર્ષણ અને ગુરુત્વની સામે ઢાળ ઉપર વજન  $W$ ને ખસેડવા માટે જોઈતું જોર આગળ વર્ણવેલી રીતેજ શોધી



આકૃતિ ૫૬

ખસેડી શકાશે ?

આકૃતિ ૫૭માં આ ઢાળ બતાવ્યો છે.



આકૃતિ ૫૭

દાખલો ૨—૧૨ ફુટ લંબાઈવાળા એક ઢાળ ઉપર ઢાળની લંબાઈને સમાંતર કાર્ય કરતાં ૮ પૌંડનાં જોર વડે ૮૦ પૌંડનું વજન ખસેડવામાં આવે છે, તો તે ઢાળની ઉંચાઈ કેટલી હશે ?

શકાશે. આકૃતિ ૫૬ વજનને ઢાળ ઉપર અને નીચે ખસેડવા માટેની બાબત દર્શાવે છે. એમાં ઢાળ ઉપર વજન ખસેડવા માટે જોઈતું જોર  $Q = B_1 D_1$  છે, અને ઢાળની નીચે વજન ખસેડવા માટે જોઈતું જોર  $Q = B_1 D_1'$  છે.

દાખલો ૧—૬ ફુટ લંબાઈ અને ૧૨ ઈંચ ઉંચાઈવાળા એક ઢાળ (ઇન્કલાઈન્ડ પ્લેન) ઉપર ઢાળની લંબાઈને સમાંતર કાર્ય કરતાં ૨૦ પૌંડનાં જોર વડે કેટલું વજન

$$\begin{aligned} P : W &:: B_1 C_1 : A_1 B_1 \\ &:: B C : A B \\ &:: \text{ઉંચાઈ} : \text{લંબાઈ} \end{aligned}$$

$$P : W :: h : l$$

$$\therefore P \times l = W \times h$$

$$\therefore 20 \times 6 \times 12 = W \times 12$$

$$\therefore W = \frac{20 \times 6 \times 12}{12}$$

$$= 120 \text{ પૌંડ}$$

$$P : W :: \text{ઉંચાઈ} : \text{લંબાઈ}$$

$$:: h : l$$

$$\therefore P \times l = W \times h$$

$$૮ \times ૧૨ \times ૧૨ = ૯૦ \times h$$

$$\therefore h = \frac{૮ \times ૧૨ \times ૧૨}{૯૦} = \underline{૧૨.૮} \text{ ઈંચ}$$

**દાખલો ૩**—૩ ફુટ ઉંચાઈવાળા એક દાળ ઉપર દાળની લંબાઈને સમાંતર કાર્ય કરતાં ૭ પૌંડનાં જોર વડે ૧૩૦ પૌંડનું વજન ખસેડવામાં આવે છે, તો દાળની લંબાઈ કેટલી હશે ?

$$P \times \text{લંબાઈ} = W \times \text{ઉંચાઈ}$$

$$P \times l = W \times h$$

$$૭ \times l = ૧૩૦ \times ૩$$

$$\therefore l = \frac{૧૩૦ \times ૩}{૭} = \underline{૫૫.૭} \text{ ફુટ}$$

**દાખલો ૪**—એક દાળની લંબાઈ ૨૪૦ ઈંચ છે, અને ઉંચાઈ ૨.૫ ફુટ છે, તો તે ઉપર ૨ ટનનું વજન ખસેડવા માટે દાળની લંબાઈને સમાંતર કાર્ય કરતું કેટલું જોર જોઈશે ?

$$P \times l = W \times h$$

$$P \times ૨૪૦ = ૨ \times ૨૨૪૦ \times ૨.૫ \times ૧૨$$

$$\therefore P = \frac{૨ \times ૨૨૪૦ \times ૨.૫ \times ૧૨}{૨૪૦} = \underline{૫૬૦} \text{ પૌંડ}$$

**દાખલો ૫**—એક દાળની લંબાઈ ૩૨ ફુટ અને ઉંચાઈ ૧૨ ફુટ છે, તો તે ઉપર મુકેલાં ૨૪૦ પૌંડનાં વજનથી તે દાળવાળી સપાટી ઉપર કેટલું દબાણ પડશે તે શોધો.

$$W : R :: A_q B_q : A_q C_q$$

$$:: AB : AC$$

$$:: \text{લંબાઈ} : \text{પાથો}$$

$$W : R :: l : b$$

$$W \times b = R \times l$$

$$\therefore R = \frac{W \times b}{I}$$

કાટકોણ ત્રિકોણના નિયમ પ્રમાણે—

$$કર્ણ^2 = પાયા^2 + ઉંચાઈ^2$$

$$લંબાઈ^2 = પાયા^2 + ઉંચાઈ^2$$

$$\therefore પાયા^2 = લંબાઈ^2 - ઉંચાઈ^2$$

$$\therefore પાયા = \sqrt{લંબાઈ^2 - ઉંચાઈ^2}$$

$$પાયા = \sqrt{૩૨^2 - ૧૨^2}$$

$$= \sqrt{૧૦૨૪ - ૧૪૪}$$

$$= \sqrt{૮૮૦}$$

$$= ૨૯.૬૬૪$$

$$\therefore R = \frac{૨૪૦ \times ૨૯.૬૬૪}{૩૨} = ૨૨૨.૪૮ \text{ પૌંડ}$$

**દાખલો ૬—** ૯ ફુટ લંબાઈ અને ૩૦ ઈંચ ઉંચાઈવાળા એક દાળ ઉપર આડી દિશામાં કાર્ય કરતાં ૨૫ પૌંડનાં ભેર વડે કેટલું વજન ખસેડી શકાશે ?

$$\begin{aligned} P : W &:: B_q C_q : A_q C_q \\ &:: BC : AC \\ &:: ઉંચાઈ : પાયા \\ &:: h : b \end{aligned}$$

$$\therefore P \times b = W \times h$$

હવે, કાટકોણ ત્રિકોણના નિયમ પ્રમાણે—

$$કર્ણ^2 = એટલે લંબાઈ^2 = પાયા^2 + ઉંચાઈ^2$$

$$\therefore પાયા^2 = લંબાઈ^2 - ઉંચાઈ^2$$

$$\therefore પાયા = \sqrt{૯^2 - ૨.૫^2}$$

$$= \sqrt{૮૧ - ૬.૨૫}$$

$$= \sqrt{૭૪.૭૫}$$

$$= ૮.૬૪૫ \text{ ફુટ}$$

$$W = \frac{P \times b}{h}$$

$$= \frac{૨૫ \times ૮.૬૪૫}{૨.૫} = \underline{૮૬.૪૫ \text{ પૌંડ}}$$

**ઢાખલો ૭—**૪૮ ઈંચ લંબાઈના ઢાળ ઉપર આડી દિશામાં અર્થ કરતાં ૧૨ પૌંડનાં જોર વડે ૭૨ પૌંડનું વજન ખસેડવામાં આવે છે, તો તે ઢાળની ઉંચાઈ કેટલી હશે ?

$$P : W :: \text{ઉંચાઈ} : \text{પાયો}$$

$$P \times \text{પાયો} = W \times \text{ઉંચાઈ}$$

$$૧૨ \times \text{પાયો} = ૭૨ \times \text{ઉંચાઈ}$$

$$\therefore \text{ઉંચાઈ} = \frac{૧૨ \times \text{પાયો}}{૭૨}$$

$$\therefore \text{ઉંચાઈ } h = \frac{\text{પાયો}}{૬}$$

$$\therefore \text{પાયો } b = ૬ h$$

$$\text{ઢાળની લંબાઈ} = \sqrt{\text{ઉંચાઈ}^2 + \text{પાયો}^2}$$

$$૪૮ = \sqrt{h^2 + b^2}$$

$$૪૮ = \sqrt{h^2 + (૬h)^2}$$

$$૪૮ = \sqrt{h^2 + ૩૬ h^2}$$

$$૪૮ = \sqrt{૩૭ h^2}$$

$$\therefore ૪૮^2 = ૩૭ h^2$$

$$૨૩૦૪ = ૩૭ h^2$$

$$\therefore h^2 = \frac{૨૩૦૪}{૩૭} = \underline{૬૨.૨૭}$$

$$\therefore h = \sqrt{૬૨.૨૭}$$

$$= \underline{૭.૬ \text{ ઈંચ}}$$



દાખલો ૮—૪૦ ઈંચ ઉંચાઈવાળા એક ઢાળ ઉપર આડી દિશામાં કાર્ય કરતાં ૧૦ પૌંડનાં ભેર વડે ૭૫ પૌંડનું વજન ખસેડવામાં આવે છે, તો તે ઢાળની લંબાઈ કેટલી હશે.

$$P \times \text{પાયો} = W \times \text{ઉંચાઈ}$$

$$૧૦ \times \text{પાયો} = ૭૫ \times ૪૦$$

$$\therefore \text{પાયો} = \frac{૭૫ \times ૪૦}{૧૦}$$

$$= ૩૦૦ \text{ ઈંચ}$$

$$l = \sqrt{h^2 + b^2}$$

$$= \sqrt{૪૦^2 + ૩૦૦^2}$$

$$= \sqrt{૧૬૦૦ + ૯૦૦૦૦}$$

$$= \sqrt{૯૧૬૦૦}$$

$$\text{લંબાઈ} = \underline{૩૦૨.૬૫ \text{ ઈંચ}}$$

દાખલો ૯—૧૪૪ ઈંચવાળા અને ૫ ફુટ ઉંચાઈના એક ઢાળ ઉપર આડી દિશામાં કાર્ય કરતાં કેટલાં પૌંડનાં ભેર વડે એક ટનનું વજન ખસેડી શકાશે ?

$$l^2 = h^2 + b^2$$

$$\therefore b^2 = l^2 - h^2$$

$$\therefore b = \sqrt{૧૪૪^2 - ૬૦^2}$$

$$= \sqrt{૨૦૭૩૬ - ૩૬૦૦}$$

$$= \sqrt{૧૭૧૩૬}$$

$$\text{પાયો} = ૧૩૦.૯ \text{ ઈંચ}$$

$$P \times \text{પાયો} = W \times \text{ઉંચાઈ}$$

$$P \times ૧૩૦.૯ = ૨૨૪૦ \times ૬૦$$

$$\therefore P = \frac{૨૨૪૦ \times ૬૦}{૧૩૦.૯} = \underline{૧૦૨૬.૭ \text{ પૌંડ}}$$

દાખલો ૧૦—એક ઢળતી સપાટીનો ઢાળ ૧ : ૪નો છે, તો તે ઉપર ૬૦૦ પૌંડનું વજન ખસેડવા માટે જોઈતું ઢાળની લંબાઈને સમાંતર કાર્ય કરતું જોર શોધો, તથા તે સપાટી ઉપરનું દબાણ શોધો.

$$P \times \text{લંબાઈ} = W \times \text{ઉંચાઈ}$$

$$P \times ૪ = ૬૦૦ \times ૧$$

$$\therefore P = \frac{૬૦૦ \times ૧}{૪} = ૧૫૦ \text{ પૌંડ}$$

R = દબાણ અથવા પ્રતિકાર્ય

$$R \times \text{લંબાઈ} = W \times \text{પાયો}$$

$$\text{પાયો} = \sqrt{૪^2 - ૧^2}$$

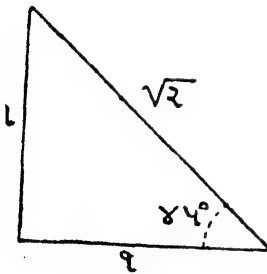
$$= \sqrt{૧૬ - ૧}$$

$$= \sqrt{૧૫}$$

$$= ૩.૮૭$$

$$R \times ૪ = ૬૦૦ \times ૩.૮૭$$

$$R = \frac{૬૦૦ \times ૩.૮૭}{૪} = ૫૮૦.૫ \text{ પૌંડ}$$



દાખલો ૧૧—એક ઢળતી સપાટી આડી સપાટીને ૪૫°ના ખુણે ઢળતી છે. ઢળતી સપાટીને સમાંતર કાર્ય કરતું જોર ૮ પૌંડ છે, તો વજન અને ઢાળવાળી સપાટી ઉપરનું દબાણ શોધો. જો ખુણો ૩૦°નો હોય, તો વજન અને ઢાળવાળી સપાટી ઉપરનું દબાણ શોધો ?

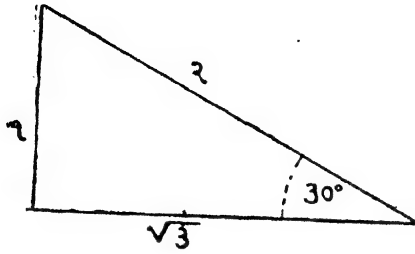
આકૃતિ ૫૮માં ૪૫°ના ખુણે ઢળતી

આકૃતિ ૫૮ સપાટી બતાવી છે.

$$l = \sqrt{b^2 + h^2}$$

$$= \sqrt{૧^2 + ૧^2}$$

$$= \sqrt{૨}$$



આકૃતિ પદ

આકૃતિ પદમાં  $30^\circ$  ને ખુણે  
ઢળતી સપાટી બતાવી છે.

$$l^2 = h^2 + b^2$$

$$\begin{aligned}\therefore b &= \sqrt{l^2 - h^2} \\ &= \sqrt{2^2 - 1^2} \\ &= \sqrt{3}\end{aligned}$$

$$(૧) P \times \text{લંબાઈ} = W \times \text{ઉંચાઈ}$$

$$૮ \times \sqrt{2} = W \times ૧$$

$$૮ \times ૧.૪૧ = W$$

$$\therefore W = ૧૧.૨૮ \text{ પૌંડ}$$

$$R \times \text{ઉંચાઈ} = P \times \text{પાયો}$$

$$R \times ૧ = ૮ \times ૧$$

$$\therefore R = ૮ \text{ પૌંડ}$$

$$(૨) P \times \text{લંબાઈ} = W \times \text{ઉંચાઈ}$$

$$૮ \times ૨ = W \times ૧$$

$$\therefore W = ૧૬ \text{ પૌંડ}$$

$$R \times \text{ઉંચાઈ} = P \times \text{પાયો}$$

$$R \times ૧ = ૮ \times \sqrt{3}$$

$$\therefore R = ૮ \times ૧.૭૩ = ૧૩.૮૪ \text{ પૌંડ}$$

**દાખલો ૧૨**—એક ભોંયરાંમાંથી પીપ બહાર કાઢવા માટે ઢાળવાળી સપાટી (ઈન્ડિલાઈન્ડ પ્લેન) નો ઉપયોગ કર્યો છે. દોરડાંના એક તરફના છેડાએને ઢાળવાળી સપાટીને મથાળે બાંધવામાં આવે છે, અને ત્યારપછી તે દોરડાંને પીપની નીચેથી પસાર કરી તેના બીજા છેડાએ ઉપર જોર લાગુ પાડવામાં આવે છે. જો ઢાળ ૩ એ ૧નો હોય, અને પીપનું વજન ૪ હંફ્રેડવેટ હોય, તો તેને બહાર ખેંચવા માટે

કેટલું જોર જોઈશે? વળી જો ૪૦ પૌંડનાં જોર વડે તે પીપને બહાર ખેંચી શકાય, તો તે પીપનું વજન કેટલું હશે?

અહિંઆં પીપ એટલે વજન W એ દોરડાં વડે ટેકવાયલું છે, માટે જેમ સ્તેચ બ્લોકમાં હોય છે તેમ—

$$P : W :: ૧ : ૨, \text{ એટલે}$$

દાળ ઉપર ખેંચવા માટે જોઈતાં P કરતાં ખરેખર P માત્ર અર્ધજોર જોઈશે, અને આપેલાં P વડે દાળ ઉપર જે વજન ખેંચી શકાય તેનાથી બમણું વજન ખેંચી શકાશે.

$$P \times \text{લંબાઈ} = W \times \text{ઉંચાઈ}$$

$$\therefore P \times ૩ = ૪ \times ૧૧૨ \times ૧$$

$$P = \frac{૪ \times ૧૧૨ \times ૧}{૩} = ૧૪૯.૩ \text{ પૌંડ,}$$

પણ અહિંઆં આપેલાં W માટે દાળ ઉપર ખેંચવા માટે જે P જોઈએ તેનાથી માત્ર અર્ધજોર P જોઈશે,

$$\text{માટે } P = \frac{૧૪૯.૩}{૨} = ૭૪.૬ \text{ પૌંડ}$$

$$P \times \text{લંબાઈ} = W \times \text{ઉંચાઈ}$$

$$૪૦ \times ૩ = W \times ૧$$

$$\therefore W = ૧૨૦ \text{ પૌંડ,}$$

પણ અહિંઆં આપેલાં P વડે જે વજન દાળ ઉપર ખેંચી શકાય તેનાથી બમણું વજન ખેંચી શકાશે,

$$\text{માટે } W = ૧૨૦ \times ૨ = ૨૪૦ \text{ પૌંડ}$$

### એક્સર્સાઈઝ ૮મી

૧. જોર દાળની લંબાઈને સમાંતર કાર્ય કરે છે એમ લઈ નીચલા દાખલાઓ ગણો:—

(અ) જો દાળની લંબાઈ ૭ ફુટ, ઉંચાઈ ૨૧ ઇંચ, અને જોર ૧૮ પૌંડ હોય, તો વજન અને દાળની સપાટી ઉપરનું દબાણ શોધો.

- (બ) જો ઢાળની લંબાઈ ૫ ફુટ, વજન ૮૦ પૌંડ, અને જોર ૧૦ પૌંડ હોય, તો ઢાળની ઉંચાઈ શોધો.
- (ક) જો ઢાળની ઉંચાઈ ૨ ફુટ, વજન ૧૫૦ પૌંડ અને જોર ૮ પૌંડ હોય, તો ઢાળની લંબાઈ શોધો.
- (ડ) જો ઢાળની લંબાઈ ૧૪૦ ઇંચ, ઉંચાઈ ૨૦ ઇંચ, અને વજન ૧૧૨૦ પૌંડ હોય, તો જોર  $P$  અને ઢાળની સપાટી ઉપરનું દબાણ શોધો.

૨. એક ઢાળવાળી સપાટીનો ઢાળ ૩ એ ૧નો છે, તો તે ઉપર ઢાળની લંબાઈને સમાંતર કાર્ય કરતાં ૨૫ પૌંડનાં જોર વડે કેટલું વજન ખેંચી શકાશે તે શોધો, અને સપાટી ઉપરનું દબાણ શોધો.

૩. એક ઢાળવાળી સપાટીનો ઢાળ ૫ એ ૧નો છે, તો તે ઉપર ૩૫૦ પૌંડનું વજન ખેંચવા માટે ઢાળની લંબાઈને સમાંતર દિશામાં કાર્ય કરતું કેટલું જોર જોઈશે તે શોધો, અને સપાટી ઉપરનું દબાણ શોધો.

૪. જોર ઢાળના પાયાને સમાંતર કાર્ય કરે છે એમ લઈ નીચલા દાખલાઓ ગણો:—

(અ) જો ઢાળની લંબાઈ ૧૨૦ ઇંચ, ઉંચાઈ ૩૬ ઇંચ અને જોર ૩૦ પૌંડ હોય, તો વજન અને ઢાળની સપાટી ઉપરનું દબાણ શોધો.

(બ) જો ઢાળની લંબાઈ ૬ ફુટ, વજન ૮૪ પૌંડ, અને જોર ૧૨ પૌંડ હોય, તો ઉંચાઈ શોધો.

(ક) જો ઢાળની ઉંચાઈ ૪૫ ઇંચ, વજન ૩૬૦ પૌંડ, અને જોર ૧૮ પૌંડ હોય, તો ઢાળની લંબાઈ શોધો.

(ડ) જો ઢાળની લંબાઈ ૧૫ ફુટ, ઉંચાઈ ૨૪ ઇંચ, અને વજન ૨ ટન હોય, તો જોર અને સપાટી ઉપરનું દબાણ શોધો.

૫. એક ઢાળવાળી સપાટીની મદદ વડે ભોંયરાંમાંથી પીપને બહાર કાઢવામાં આવે છે. દોરડાંના એક બાજુના છેડાઓને ઢાળવાળી

સપાટીને મથાળે બાંધવામાં આવે છે, અને સાર પછી તે દોરડાને પીપતી નીચેથી પસાર કરી તેના બીજા છેડાઓ ઉપર જોર લાગુ પાડવામાં આવે છે. જો દાળ ૪ એ ૧નો હોય, અને પીપનું વજન ૩ હંડ્રેવેટ હોય, તો તેને બહાર ઉપર ખેંચવા માટે કેટલું જોર જોઈશે? વળી જો ૪૫ પૌંડનાં જોર વડે તે પીપ ઉપર ખેંચી શકાય તો પીપનું વજન કેટલું હશે?

૬. એક દાળવાળી સપાટી આડી સપાટીને ૩૦°ને ખુણે ઢળતી છે, તો તે ઉપર ૨ હંડ્રેવેટનું વજન ખેંચવા માટે ઢળતી સપાટીને સમાંતર કાર્ય કરતું કેટલું જોર જોઈશે તે શોધો, અને સપાટી ઉપરનું દબાણ શોધો.

૭. એક દાળ આડી સપાટીને ૪૫°ને ખુણે ઢળતો છે. દાળના પાયાને સમાંતર કાર્ય કરતું જોર ૧૫ પૌંડ હોય, તો વજન અને ઢળતી સપાટી ઉપરનું દબાણ શોધો.

૮. એક દાળ ૪૫°ને ખુણે ઢળતો છે, અને આડી સપાટીને ૬૦°ને ખુણે જોર કાર્ય કરે છે. જો વજન ૩૫૦ પૌંડ હોય, તો જોર અને દાળવાળી સપાટી ઉપરનું દબાણ આકૃતિની મદદ વડે નક્કી કરો.

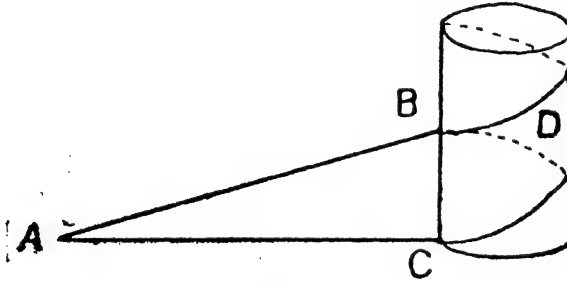
૯. એક દાળ ૩૦°ને ખુણે ઢળતો છે, તો તે ઉપર આડી સપાટીને ૪૫°ને ખુણેની દિશામાં કાર્ય કરતાં ૨૫ પૌંડનાં જોર વડે કેટલું વજન ખસેડી શકાય તે અને દાળવાળી સપાટી ઉપરનું દબાણ આકૃતિની મદદ વડે શોધો.

૧૦. એક ખડખડી આડી સપાટી ઉપર મુકેલાં ૧૨૦ પૌંડનાં વજનને આડી સપાટીને ૩૦°ને ખુણે ઢળતી દિશામાં કાર્ય કરતાં જોર વડે ખેંચવામાં આવે છે. જો ધ્રુવણનો ગુણક (કોએફિશિયન્ટ ઓફ ફ્રિક્શન) ૦.૧૫ હોય, તો તે પદાર્થને ખેંચવા માટે કેટલું જોર જોઈશે? જો તે વજનને ખેંચવાને બદલે હડસેલવામાં આવે, તો જોર કેટલું જોઈશે? વળી તે પદાર્થને સરકવાની અણી ઉપર લાવવા માટે આછામાં આછું કેટલું જોર જોઈશે તે શોધો, અને તે જોરની દિશા શોધો.

## સ્ક્રુ ( SCREW )

દરેક એન્જનીયરીંગ લાઇનના વિદ્યાર્થીને લાકડાંના ટુકડાઓને જોડવા માટે વપરાતા સ્ક્રુ અને ધાતુના ભાગોને જોડવા માટે વપરાતા નટ સાથેના બોલ્ટની માહિતી થોડે ધણે દરજ્જે હશે, પણ જે નિયમ ઉપર સ્ક્રુને બનાવવામાં આવે છે અને તે કાર્ય કરે છે તેની અને જુદા જુદા સંજોગો માટે સ્ક્રુને આપવાના જુદા જુદા આકારોની માહિતી દરેક જણને હશે નહિ. તેટલા માટે જે નિયમ ઉપર સ્ક્રુના આંટા બનાવવામાં આવે છે અને સ્ક્રુ કાર્ય કરે છે તે નિયમ અને વ્યવહારમાં વપરાતા સ્ક્રુના થોડાક આકારો અત્રે વર્ણવીશું.

**સ્ક્રુના આંટાનો હેલીક્સ (Helix) અથવા સ્પાયરલ (Spiral)**—આકૃતિ ૬૦માં જોતાં જણાશે કે ABC ઢાટકોણ ત્રિકોણ છે, અને D એક નળો છે, જેનો પરિધ ત્રિકોણ ABC ના

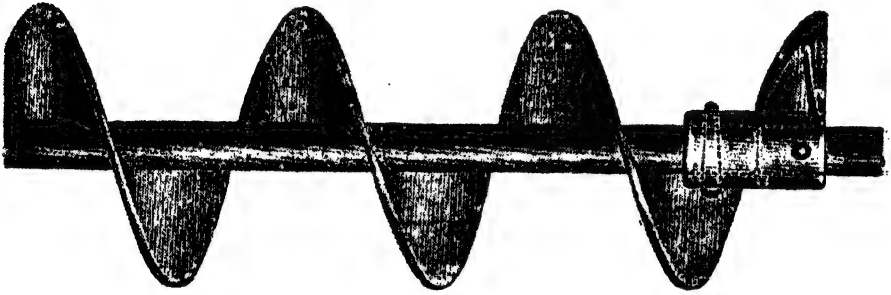


આકૃતિ ૬૦

પાયા AC જેટલો છે. જે આ ત્રિકોણને તે નળા આસપાસ એવી રીતે લપેટવામાં આવે કે જેથી જે ક્ષેત્રમાં AC સમાયતો છે અને જે BCને લંબ છે તે ક્ષેત્ર નળાની ધરીને કાટખુણે આવી રહે, તો બિંદુઓ A અને C એક બીજાંને મળી રહેશે, અને કાર્ણ AB એક વાંકનો આકાર ધારણ કરશે જેને “હેલીક્સ” કહે છે. આ હેલીક્સ એક વાંક છે જે જ્યારે જો સ્ક્રુનો આંટો એક લીટીની બાજબી જેટલો પાતળો કરીએ ત્યારે તે બની રહે છે. ધરી BCને સમાંતર નળા

ઉપર દોરાયલી સઘળા લીટી સાથે તે વાંક ખુલ્લો કરે છે જે હમેશાં એક સરખો હોય છે. નળા ઉપર એક સંપૂર્ણ આંટા માટેનો હેલીકસ કર્વ દેખાડ્યો છે.

સ્કુના આકારનો ઘણો સારો ખ્યાલ આકૃતિ ૬૧ ઉપરથી મળશે, જે આટાની મીલમાં અનાજ અથવા આટાને એક જગ્યાએથી બીજી જગ્યાએ લઈ જવાની અથવા ઉંચે ચઢાવવાની એક યુક્તિ છે. તે એક નળાકાર શાફ્ટની આસપાસ એક સરખા પીચવાળા અને ચાલુ સર્પાકારમાં અમળાવીને લપેટેલી પોલાદની પટ્ટીનો બનેલો છે. આ શાફ્ટ અને સ્કુ એક ગલી અથવા નળીમાં મુકવામાં આવે છે. અનાજ



આકૃતિ ૬૧

અથવા આટા અથવા ભુકો કરેલા પદાર્થને ગલી અથવા નળીના એક છેડામાં હડસેલવામાં આવે છે, અને શાફ્ટને એક છેડે બેસાડેલાં એક લીવર અથવા વ્હીલની મદદ વડે સ્કુને ફેરવવાથી તે છુટા અનાજ અથવા આટા અથવા ભુકો કરેલા પદાર્થને તે બીજે છેડે પહોંચે ત્યાં સુધી ધીમે ધીમે દબાવવામાં આવે છે, જ્યાંથી તે ગુણીઓમાં પડે છે અથવા બીજાં મશીનમાં જાય છે. આકૃતિ તપાસતાં માલમ પડે છે કે સ્કુને લીવર અથવા હેન્ડ વ્હીલ વડે ગોળ ફેરવવાથી પદાર્થનાં રજકણોને સર્પાકાર પોલાદની પટ્ટી વડે બનેલાં ચાલુ ઢાળવાળાં ક્ષેત્રની સપાટીની દિશાએ દબાવવામાં આવે છે. તેટલા માટે જે નિયમ ઉપર સ્કુ કાર્ય કરે છે તે ઢાળવાળાં ક્ષેત્ર (ઇન્કલાઇન્ડ પ્લેન) અને લીવરનો સંયુક્ત નિયંત્ર છે.



અવરોધ દુર કરવા માટે સ્ક્રુ શક્તિમાન થાય માટે તે ઉપરના આંટાને કાંઈક નિશ્ચિત આકાર હોવો જોઈએ જેથી એક સપાટી અને અને તે ઉપર દયાણુ કાર્ય કરે. તેટલા માટે વ્યવહારમાં સ્ક્રુ એક નળાનો અનેલો છે જે ઉપર એક સમાન છેદચિત્ર (સેક્શન)નો બહાર નીકળી આવતો આંટો (થ્રેડ-thread) અનેલો હોય છે, અને તે આંટા ઉપરની ધાર હેલીકલ કર્વને મળતી આવે છે. નળામાં ખાંચો કાપવાથી પણ એજ પરિણામ મળી શકે છે, જે ખાંચાનો માર્ગ ઉપર બર્ણવેલી રીતે મેળવેલા હેલીકલ કર્વને મળી આવે છે. ઢાળવાળાં ક્ષેત્ર (ઇન્કલાઈન્ડ પ્લેન)ની ધાર વડે બનતી લીટી પહેલાં દોરવામાં આવે છે, અને આંટા નળા આસપાસ વિંટાળવામાં આવે છે તેથી તેની ધાર પહેલી લીટીને મળતી આવે છે. જો આંટા એક કરતાં વધુ આંટા અથવા ચક્કર (revolutions) કરવા માટે રાખવાની જરૂર હોય તો તેને માત્ર લંબાવવામાં આવે છે, અને ધરી સાથે સંબંધ લેતાં તેનું સ્થાન સઘળે એક સરખું હોય છે. ઢાળવાળાં ક્ષેત્રની ઉચાઈ BC (આકૃતિ ૬૦) જેની મદદ વડે એક આંટામાં હેલીક્સ બને છે તેને સ્ક્રુના આંટાનો “પીચ” કહે છે. તે ખરેખરા સ્ક્રુમાં અકેક પાસે આવતા આંટાની મળતી આવતી ધારો વચ્ચેનું અંતર છે જે ધરીને સમાંતર માપવામાં આવે છે.

સ્ક્રુનું નટ (nut) ને નામે ઝાળખાતા કકડા સાથે જોડાણ કરવાથી સ્ક્રુ વડે ગતિનું સંચારણ કરી શકાય છે. જે નળા ઉપર સ્ક્રુના આંટા બનાવેલા હોય છે તે નળાના વ્યાસ જેટલોજ વેલ આ નટમાં રાખેલો હોય છે. નટની અંદર સ્ક્રુ ઉપરના જેવાજ પીચ અને આકારના સપાકાર ખાંચાઓ કાપેલા હોય છે. નટને “ઇન્ડર્નલ સ્ક્રુ” (અંદરનો સ્ક્રુ) પણ કહે છે, અને સ્ક્રુને પોતાને “એક્સ્ટર્નલ સ્ક્રુ” (બહારનો સ્ક્રુ) કહે છે. જો નટને એવી રીતે સજ્જડ રાખવામાં આવે કે જેથી તેને ગતિ મળી શકે તો હિંદુ સ્વામી દરેક આંટા (ચક્કર revolution) એ સ્ક્રુ પોતાના આંટાના પીચ જેટલો

આગળ વધશે. એથી હલકું જે રકુ આમ તેમ નહિ ચાલતાં. માત્ર જોળજ ફરી શકે તો નટ અને તે સાથે જોડાયલા ભાગ રકુના-દરેક આંટા અથવા ચક્કરમાં પીચ જેટલા આગળ ચાલશે.

રકુના આંટાઓ (threads)ની ખુબીઓ અને તેના વડે પરિપૂર્ણ કરવાની શરતો—રકુના આંટાની અગત્યની ખુબીઓ તેનો પીચ, ઉંડાઇ, અને આકાર હોય છે.

રકુના આંટાને જે મુખ્ય શરતો બળવવાની હોય છે તે નીચે પ્રમાણે છે:—(૧) “એડીશીઅન્સી (કાર્યસાધકત્વ)” (૨) “જોર” (strength), (૩) “ડકાઉપલ્યું” (durability).

(૧) “એડીશીઅન્સી” એટલે “કાર્યસાધકત્વ” પીચ અને ધર્ષણ ઉપર આધાર રાખે છે, અને તેથી આંટાના પીચ અને આકાર ઉપર આધાર રાખે છે.

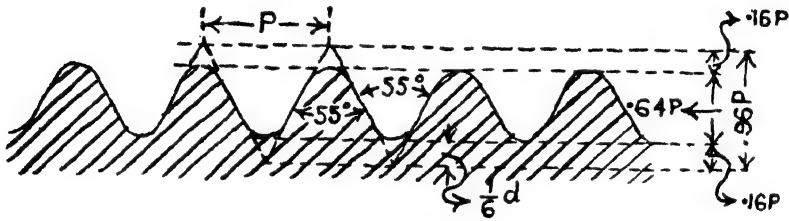
(૨) “જોર” (strength) આંટાના આકાર અથવા જડાઇ અને ઉંડાઇ ઉપર એટલે રકુની ધરીને સમાંતર આંટાનાં છેદ ચિત્ર (cross section)નાં ક્ષેત્રફળ ઉપર આધાર રાખે છે.

(૩) “ડકાઉપલ્યું” (durability) મુખ્ય કરીને આંટાની ઉંડાઇ ઉપર એટલે લાગમાં આવતી સપાટીની હદ ઉપર આધાર રાખે છે.

રકુના આંટાના જુદા જુદા આકારો—રકુનાં આંટાઓ જુદા જુદા આકારના બનાવવામાં આવે છે, જેવાકે:—(૧) વિહત્વર્થ “વી” થ્રેડ (Whitworth V Thread વિહત્વર્થનો ખુલાવાળો અથવા “વી” આકારનો આંટો); (૨) રક્વેર થ્રેડ (Square Thread ચારસ આંટો); (૩) રાઉન્ડેડ થ્રેડ (Rounded Thread ગોળાકાર આંટો); (૪) બત્રેસ થ્રેડ (Buttress Thread); (૫) સેલર્સ થ્રેડ (Seller's Thread).

(૧) વિહત્વર્થ વી થ્રેડ—ઈ. સ. ૧૮૪૧માં ઇન્સ્ટીટ્યુશન ઓફ સીવીલ એન્જનીયર્સ નામની સીવીલ એન્જનીયરોની મંડળી

આગળ વાંચેલા એક નિબંધમાં સર જોસફ વિલ્હલ્મ નામના એન્જનીયરે જે આકારનો આંટો સુચવ્યો હતો તેનું છેદચિત્ર આકૃતિ ૬૨માં દેખાડ્યું છે. ઇ. સ. ૧૮૪૧ની અગાઉ અને સારપટ્ટી પણ થોડો વખત સુધી વિલાયતમાં જુદા જુદા કારખાનાવાલાઓ એકજ સરખા વ્યાસના બોલ્ટ અથવા સ્ક્રુ માટે જુદા જુદા પીચ મરજી પડે એમ વાપરતા હતા એટલુંજ નહિ પણ એકજ કારખાનામાં પીચોનું સરખાપણું



આકૃતિ ૬૨

માલમ પડતું ન હતું. આ પ્રમાણે જુદા જુદા આકારો અને પીચોના આંટાઓવાળા બોલ્ટ અથવા સ્ક્રુ અને નટોના વપરાસને લીધે જે કાંઈ યંત્રમાંનો સ્ક્રુ અથવા નટ ગુમાઇ જાય અથવા આંટા ખરાબ થઇ જાય તો તે સ્ક્રુ અથવા નટ તે યંત્રના બનાવનારને સાંધી ખાસ મંગાવવા પડતા અથવા તેને માટે ખાસ નવી ડ્રાઇ અથવા ટેપ બનાવવા પડતા, અને જ્યાં સુધી તે સ્ક્રુ અથવા નટ કારખાનામાંથી આવી પહોંચે અથવા તૈયાર થાય ત્યાં સુધી તે મશીન બંધ રાખવું પડતું. આ પ્રમાણે સ્ક્રુના આંટાના જુદા જુદા આકારો અને પીચો ગમે તેમ વાપરવાથી અતિશય અડચણ પડતી હતી અને વખત તથા પૈસાની નકામી બરબાદી થતી હતી. આ ઉપરથી સર જોસફ વિલ્હલ્મ સ્ક્રુના આંટાનો આકાર અને પીચોનાં માપો નક્કી કર્યા જેને “વિલ્હલ્મ સ્ટેન્ડર્ડ” કહે છે. આ વિલ્હલ્મ સ્ટેન્ડર્ડ હવે ગ્રેટબ્રિટન અને બ્રિટીશ સંસ્થાનોમાં દરેક જણ વાપરે છે. આ વિલ્હલ્મ ગ્રેડ (આંટા)નું જોર ધણું વધારે છે. કારણ કે તળીયાં આગળથી આંટાની જગાહ સ્ક્રુના લગભગ પીચ જેટલી હોય છે; અને આ ખુણાવાળા આંટાની પકડ

અથવા દબાણનું જોર ચોરસ આંટા (સ્કવેર ગ્રેડ) કરતાં વધારે છે, કારણકે સરખા માપના બોલ્ટ માટે તેનો પીચ ચોરસ આંટાના પીચથી માત્ર અર્ધો છે.

વિહત્વર્થના “વી” ગ્રેડમાં આંટાઓની સામસામેની બાબુઓ વચ્ચેનો ખુણો ૫૫°નો છે, પણ આંટાઓ મથાળેથી અને તળીએથી બારીક અણીઆરા રાખવામાં આવતા નથી પણ તેમને બનાવવાની સવળતા માટે તેમજ આંટાને નુકશાન થતું અટકાવવા માટે તેની કુલ ઉંડાઈના  $\frac{1}{4}$  જેટલો ભાગ મથાળેથી અને તળીએથી ગોળ કરેલો હોય છે, તેટલા માટે જો મથાળેથી અને તળીએથી આંટા તિક્ષણ હોય ત્યારે તેની જે ઉંડાઈ હોય તેનાં કરતાં આંટાની ખરેખરી ઉંડાઈ  $\frac{3}{4}$  જેટલી છે. આકૃતિ ૬૨માં એનાં પ્રમાણો દેખાડ્યાં છે. જ્યારે આંટા મથાળેથી અને તળીએથી તિક્ષણ હોય ત્યારે તેની ઉંડાઈ  $\cdot ૮૬ p$  (પીચનાં  $\frac{૯૯}{૧૦૦}$  જેટલી) છે; પણ ખરેખરી ઉંડાઈ માત્ર  $\cdot ૬૪ p$  (પીચનાં  $\frac{૬૪}{૧૦૦}$  જેટલી) છે જે નીચે પ્રમાણે મળે છે:—

મથાળે અને તળીએ કુલ ઉંડાઈનાં  $\frac{1}{4}$  જેટલો અથવા  $\cdot ૧૬ p$  (પીચનાં  $\frac{૧૬}{૧૦૦}$ ) જેટલો ભાગ ગોળ કરેલો છે, માટે ખરેખરી ઉંડાઈ =  $\cdot ૮૬ p - (૨ \times \cdot ૧૬ p) = \cdot ૮૬ p - \cdot ૩૨ p = \cdot ૬૪ p$  જેટલી છે, એમાં  $p =$  સ્ક્રુનો પીચ દર્શાવે છે.

નટ એટલે ચાકી તોડીનાં ખવાનું વલણ કરતું જોર આંટાની બાબુઓના ખુણા ઉપર આધાર રાખે છે. છાછરા ખુણાવાળો આંટો ઉંડા ખુણાવાળા આંટા કરતાં નટ ઉપર ત્રાંસી દીશાનું જોર (oblique stress) અથવા તોડી નાખનારું જોર (bursting stress) વધારે ઉત્પન્ન કરે છે, કારણ કે પ્રતિકાર્ય અથવા દબાણ આંટાની સપાટી (face)ને કાટખુણે આવતું હોવાથી સ્ક્રુને ફેરવવામાં જે જોર લાગુ પાડવામાં આવે છે તેનો મોટો ભાગ ફરતે વિંટળાયેલી નટને તોડી નાખવાનું વલણ

કરવામાં ખર્ચ થાય છે. આ કારણને લીધે એક સરખા પીચના ચોરસ આંટાવાળા સ્ક્રુ કરતાં ખુણાવાળા આંટાનો સ્ક્રુ ગતિનું સંચારણ કરવા માટે ઓછો કાર્યસાધક છે. આ ઓછાં કાર્યસાધકત્વને લીધે સઘળી જાતની મશીનરી માટે સજ્જડ કરનાર અથવા જકડી લેનાર તરીકે ખુણાવાળા આંટાના સ્ક્રુ અથવા બોલ્ટના ઉપયોગીપણામાં વધારો થાય છે, કારણ કે ખરાબર રીતે બેસાડેલી નટને જો એકવાર સજ્જડ કરવામાં આવે, તો તે પોતાની બેજે ઉલટી ફરી ઢીલી થઈ જશે નહિ, શિવાય કે તેનો પીચ ઘણોજ મોટો હોય અને આંટા ઉપર સારી રીતે તેજ લગાડ્યું હોય.

છપેલ એટલે છપાસાંવાળી (hexagonal) નટને સ્ક્રુનાં તોડી નાખનારાં દયાણ સામે ટકી રહેવા પુરતી મજબુત બનાવવા માટે તેનાં ચપટાં પાસાં વચ્ચેનાં માપ નક્કી કરવા માટેનો નિયમ ( $1\frac{1}{2}t + \frac{1}{8}$  ઇંચ) છે, એટલે છ પાસાંની નટમાં તેનાં એક પાસાંથી તેની સામેના બીજાં પાસાં વચ્ચેનું અંતર =  $1\frac{1}{2}t + \frac{1}{8}$  ઇંચ, એમાં  $t$  = બોલ્ટ અથવા સ્ક્રુનો વ્યાસ છે. આ નટની જગદ અથવા ઉચાઈ બોલ્ટના વ્યાસ જેટલી રાખવામાં આવે છે.

સ્ક્રુના આંટાના પીચ દર્શાવવામાં વારંવાર બીજી રીત ધારણ કરવામાં આવે છે, જેમકે બોલ્ટ અથવા સ્ક્રુની એક ઇંચની લંબાઈમાં કેટલી ધારો બહાર નીકળેલી છે; દાખલા તરીકે એક ઇંચ વ્યાસના વિદુત્વર્થ બોલ્ટમાં એક ઇંચની લંબાઈમાં આઠ ધારો અથવા આંટા છે, તેથી આ બાબતમાં પીચ દર્શાવવા માટે “એક ઇંચમાં આઠ આંટા” એમ બોલાય છે. પહેલી રીત પ્રમાણે પીચ  $\frac{1}{8}$  ઇંચ થશે.

નીચે આપેલો કોઠો વિદુત્વર્થના “વી” આકારના આંટાવાળા જુદા જુદા વ્યાસોના બોલ્ટ અથવા સ્ક્રુના પીચો દર્શાવે છે:—

વિદુત્વર્થના “વી” આકારના આંટાવાળા બોલ્ટ અથવા સ્ક્રુના પીચો દર્શાવે છે:—

વિહત્વર્થ સ્ટેન્ડર્ડ પ્રમાણે ખુલાવાળા અથવા “વી” આંટાના બોલટ અથવા સ્ક્રુ માટેના પીચોના કોડો.

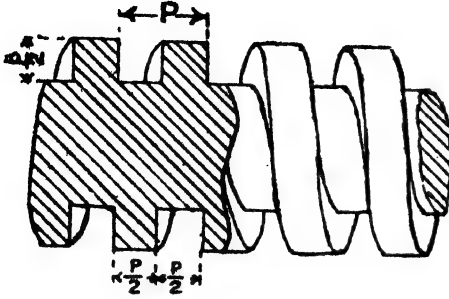
બોલટ અથવા સ્ક્રુનો લંબાઈ દીઠે આંટાની સંખ્યા	આંટાનાં તળીયાં આગળનો વ્યાસ ઇં.માં	બોલટ અથવા સ્ક્રુનો વ્યાસ ઇં.માં	બોલટ અથવા સ્ક્રુનો લંબાઈ દીઠે આંટાની સંખ્યા	આંટાનાં તળીયાં આગળનો વ્યાસ ઇં.માં	બોલટ અથવા સ્ક્રુનો વ્યાસ ઇં.માં	બોલટ અથવા સ્ક્રુનો લંબાઈ દીઠે આંટાની સંખ્યા	આંટાનાં તળીયાં આગળનો વ્યાસ ઇં.માં
૪૦	૦.૯૩	૧.૦૬૩	૭	૧.૦૬૭	૧.૨૮૨	૩	૨.૫૧૦
૨૪	૦.૯૪	૧.૦૬૪	૭	૧.૦૬૪	૧.૨૮૨	૩	૨.૫૧૩
૨૦	૧.૦૬	૧.૦૬૬	૬	૧.૦૬૬	૧.૨૮૨	૩	૨.૫૧૬
૧૮	૧.૦૬	૧.૦૬૭	૬	૧.૦૬૭	૧.૨૮૨	૩	૩.૧૦૬
૧૬	૧.૦૬	૧.૦૬૮	૫	૧.૦૬૮	૧.૨૮૨	૩	૩.૩૨૩
૧૪	૧.૦૬	૧.૦૬૯	૫	૧.૦૬૯	૧.૨૮૨	૩	૩.૫૭૩
૧૨	૧.૦૬	૧.૦૭૦	૪	૧.૦૭૦	૧.૨૮૨	૨	૩.૮૦૫
૧૨	૧.૦૬	૧.૦૭૧	૪	૧.૦૭૧	૧.૨૮૨	૨	૪.૦૫૫
૧૧	૧.૦૬	૧.૦૭૨	૪	૧.૦૭૨	૧.૨૮૨	૨	૪.૨૮૪
૧૧	૧.૦૬	૧.૦૭૩	૪	૧.૦૭૩	૧.૨૮૨	૨	૪.૫૩૪
૧૦	૧.૦૬	૧.૦૭૪	૪	૧.૦૭૪	૧.૨૮૨	૨	૪.૭૬૨
૧૦	૧.૦૬	૧.૦૭૫	૪	૧.૦૭૫	૧.૨૮૨	૨	૫.૦૧૨
૯	૧.૦૬	૧.૦૭૬	૪	૧.૦૭૬	૧.૨૮૨	૨	૫.૨૩૮
૮	૧.૦૬	૧.૦૭૭	૩	૧.૦૭૭	૧.૨૮૨	૨	૫.૪૮૮

નોટ—એક વ્યાસના ખુલાવાળા “વી” આંટાના સ્ક્રુમાં જે આંટાની સંખ્યા હોય, તેનાથી અર્ધી સંખ્યા તેટલાજ વ્યાસના ચોરસ આંટાવાળા સ્ક્રુમાં હોય છે.

પાઈપ માટેના ગિલ્તવર્થના ગેસ થ્રેડ એટલે ગેસ  
આંટાના પીચનો કોઠો.

પાઈપના વેલુનો વ્યાસ ઇંચમાં	દર ઇંચ લંબાઇ દીઠ આંટાની સંખ્યા	પાઈપનો બહારનો વ્યાસ ઇંચમાં	આંટાનાં તળીયાં આ ગળતો વ્યા સ ઇંચમાં	પાઈપના વેલુનો વ્યાસ ઇંચમાં	દર ઇંચ લંબાઇ દીઠ આંટાની સંખ્યા	પાઈપનો બહારનો વ્યાસ ઇંચમાં	આંટાનાં તળીયાં આ ગળતો વ્યા સ ઇંચમાં
૨૮	૧૧	૩.૩૨	૩.૩૬	૧૯	૧૧	૨.૨૪૫	૨.૧૨૮
૧૯	૧૬	૪.૧૮	૪.૫૧	૧૮	૧૧	૨.૩૪૭	૨.૨૩
૧૮	૧૮	૫.૫૬	૫.૮૮	૧૪	૧૧	૨.૪૬૭	૨.૩૫૧
૧૪	૧૪	૭.૨૬	૭.૩૪	૧૪	૧૧	૨.૫૮૭	૨.૪૭
૧૪	૧૪	૮.૦૨	૮.૧૧	૧૪	૧૧	૨.૭૯૪	૨.૬૭૮
૧૪	૧૪	૯.૦૪	૯.૪૯	૧૪	૧૧	૩.૦	૨.૮૮૨
૧૪	૧૧	૧૦.૮૯	૧૦.૯૭	૧૧	૧૧	૩.૧૨૪	૩.૦૦૯
૧૧	૧૧	૧૧.૩૦	૧૧.૯૨	૧૧	૧૧	૩.૨૪૭	૩.૧૩
૧૧	૧૧	૧૩.૪૨	૧૩.૭૫	૧૧	૧૧	૩.૩૬૭	૩.૨૫૧
૧૧	૧૧	૧૫.૫૩	૧૫.૩૩	૧૧	૧૧	૩.૪૮૫	૩.૩૬૮
૧૧	૧૧	૧૬.૨૮	૧૬.૨૮	૧૧	૧૧	૩.૬૯૮	૩.૫૮૧
૧૧	૧૧	૧૭.૮૨	૧૭.૬૫	૧૧	૧૧	૩.૯૧૨	૩.૭૯૫
૧૧	૧૧	૨૦.૨૨	૧૯.૬૫	૧૧	૧૧	૪.૧૨૫	૪.૦૦૮
૧૧	૧૧	૨૦.૧૬	૨૦.૪૨	૧૧	૧૧	૪.૩૪૦	૪.૨૨૩

(૨) સ્કવેર થ્રેડ એટલે ચોરસ આંટો—આકૃતિ ૬૩માં ચોરસ આંટાનું છેદચિત્ર (સેક્શન) બતાવ્યું છે. ચોરસ આંટામાં લાગમાં રહેતી સપાટી દબાણ અને અવરોધની દિશાને લગભગ કટખુણે આવતી હોવાથી મતિનું સંચારણ કરવા માટે અને લેધ તથા બીજા

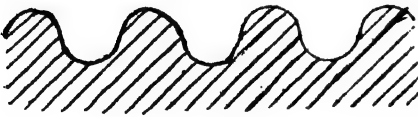


આકૃતિ ૬૩

અથવા ખુણાવાળા આંટા કરતાં તે ઘણો કાર્યસાધક છે. ચોરસ આંટાવાળા સોંગલ થ્રેડ સ્ક્રુ (એકવડા આંટાના સ્ક્રુ)માં આંટા અને ગાળાની પહોળાઈ તથા ઉંડાઈ એકસરખી એટલે અર્ધા પીચ જેટલી બનાવવામાં આવે છે, તેટલા માટે આંટાની જગાઈ ઘણી ઘટી જાય છે, અને પરિણામે તેનું જોર ખુણાવાળા ‘વી’ આંટા કરતાં ઓછું હોય છે; તોપણ તેનું ટકાઉપણું કોઈ પણ બીજા આકારના આંટાવાળા સ્ક્રુ કરતાં વધુ હોય છે, કારણ કે દબાણની સામે ટકી રહેવાને તેમાં ઘણી મોટી લાગમાં રહેતી સપાટી (bearing surface) આવેલી હોય છે.

મશીન-ટુલ્સની સ્લાઈડ તથા મશીનોના બીજા ભાગો ચલાવવા માટે મોટે ભાગે વપરાય છે. ચોરસ આંટાવાળા સ્ક્રુને ફેરવવ માટે લાગુ પાડવામાં આવતાં જોરના માત્ર થોડા ટકા નરૂને તાડી નાંખવાનું વલણ કરવામાં ખર્ચ થાય છે, પરિણામે ‘વી’

### (૩) રાઉન્ડ થ્રેડ એટલે ગોળાકાર આંટા—આ આકારનો



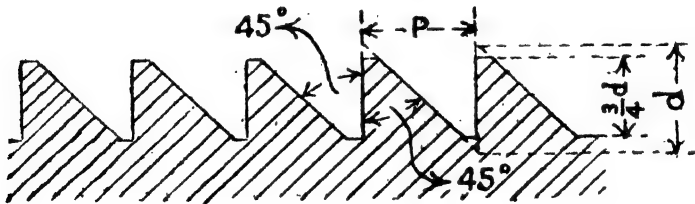
આકૃતિ ૬૪

આકાર ચોરસ આંટાનું માત્ર સુધારેલું સ્વરૂપ છે. તેનું કાર્યસાધકત્વ (એફીશીઅન્સી) અને ટકાઉપણું ચોરસ આંટા કરતાં ઓછું છે, પણ તેનું જોર ઘણું વધારે છે, કારણ કે આંટાને તળીયે વધારાની ગોળાકાર ધાતુ (fillets) હોવાથી આંટાની જગાઈ ઘણી વધે છે.

આંટા આકૃતિ ૬૪માં બતાવ્યો છે. લેધમાં લીડીંગ સ્ક્રુ સાથે તેની નરૂ તુરત ભેરવવાનું અને છુટું પાડવાનું સહેલું કરવા માટે આ



(૪) બત્રેસ થ્રેડ એટલે બત્રેસ આંટો—આગળ આપણે ખુણાવાળા ‘વી’ આંટા અને ચોરસ આંટાના આકારોના તફાવતને લીધે તેમનાં સંબંધી જોરો અને કાર્યસાધકતાની સરખામણી કરી છે. જો સ્ક્રુ માત્ર એકજ દિશામાં બાહ્ય સંચારણ કરવા માટે જોઈતો હોય, ત્યારે આંટો એવા આકારનો બનાવવો કે જેથી ખુણાવાળા અને ચોરસ એ બન્ને આંટાના લાભો સંયુક્ત થાય. આ બાબતમાં આંટાનું છેદચિત્ર (સેક્શન) આકૃતિ ૬૫માં દેખાડ્યા જેવું બનશે; એમાં દુર કરવાનું દબાણ માત્ર આંટાની લંબ બાજુ (perpendicular side) ઉપર કાર્ય કરે છે. આવા આંટાને “બત્રેસ થ્રેડ” કહે છે, અને તે મોટા હાઇડ્રોલીક ફોરજીંગ, ફ્લેન્જીંગ, અને ક્રાટન-મેલીંગ પ્રેસોમાં ઉભા કોલમ્સ (થાંભલા)ને નીચલી એડ પ્લેટ અને ઉપલી કેપ સાથે સજ્જડ કરવા માટે તથા મોટી તોપોને ઉપર ચઢાવવા અને નીચે ઉતારવા માટેના ખીચ સ્ક્રુ માટે વપરાય છે. આ આંટાનું જોર સૌથી વધુ હોય છે, તથા ધર્પણને લીધે થતી ખોટ સૌથી ઓછી હોય છે, અને નદને તોડી નાખવાનું વલણ ધાણુંજ ઓછું હોય છે. આ આંટાનું કાર્યસાધકતા (એપ્રીશીયન્સ) ચોરસ આંટા જેટલુંજ હોય છે. એનું જોર ચોરસ આંટાથી બમણું છે, કારણ કે તુટી જવાને આધિન રહેતી બગાડ



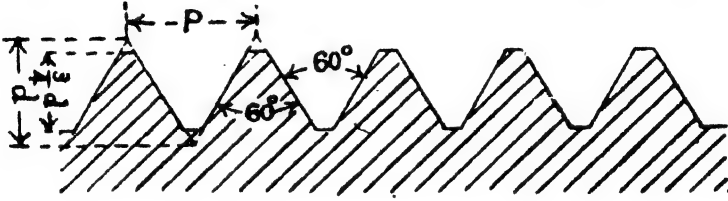
આકૃતિ ૬૫

બમણી છે. તેટલા માટે જ્યાં દબાણ એકજ દિશામાં લાગુ પાડવાનું હોય ત્યાં તે ‘વી’ અને ચોરસ એ બન્ને આંટાના લાભો ધરાવે છે.

બત્રેસ થ્રેડમાં આંટાની બે બાજુઓ વચ્ચેનો ખુણો ૪૫°નો છે, અને આંટાની કુલ ઉંડાઈ  $t$  પીચ જેટલી હોય છે અને તેને મથાળે

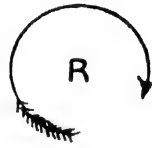
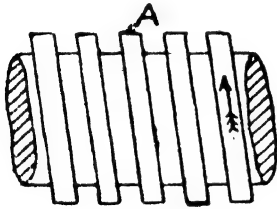
અને તળીયેથી  $\frac{1}{2}$  જેટલી ઘટાડી નાંખેલી હોય છે, અથવા ખરેખરી ઉંડાઈ  $\frac{1}{2}$  જેટલી એટલે પોણી અથવા પોણા પીચ જેટલી હોય છે.

(૫) સેલર્સ થ્રેડ એટલે સેલર્સનો આંટો—આ આંટો પણ ‘વી’ આકારનો છે જે આકૃતિ ૬૬માં બતાવ્યો છે, અને તે અમેરીકાના



આકૃતિ ૬૬

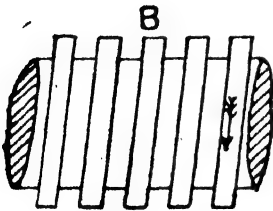
યુનાઇટેડ સ્ટેટ્સમાં વપરાય છે. તેને શીલેદેલશીઆના મી. સેલર્સ દાખલ કર્યો હતો. આ આંટાના ખુણા અને ઉંડાઈ બિહત્વર્યના ‘વી’ આકારના આંટાથી જુદાં પડે છે. આ આંટાની સામસામેની બાજુઓ વચ્ચેનો ખુણો  $60^\circ$ નો



છે, અને આંટાની ઉંડાઈ  $\frac{1}{2}$  જે પીચ જેટલી હોય છે તે મથાળેથી તથા તળીયેથી  $\frac{1}{2}$  ઘટાડી મથાળાં અને તળીયાં ચોરસ રાખવામાં આવે છે.

રાઇટ હેન્ડ અને લેફ્ટ

આકૃતિ ૬૭



હેન્ડ રેક્ટ એટલે સવળા અને અવળા આંટાના રેક્ટ-રાઇટ હેન્ડ રેક્ટ એટલે સવળા આંટાનો રેક્ટ જે આકૃતિ ૬૭માં A આગળ બતાવ્યો છે તે એવો છે કે નટ (ચાકી)માં દાખલ થતાં તે સવળો એટલે ઘડીઆળના

આકૃતિ ૬૮

કાંટાની ચાલની દિશામાં ફરે છે, અને લેફ્ટ હેન્ડ સ્ક્રૂ એટલે અવળા આંટાનો સ્ક્રૂ જે આકૃતિ ૬૮માં B આગળ બતાવ્યો છે તે નટમાં દાખલ થતાં ઉલટો ફરે છે. સવળા આંટાના સ્ક્રૂની ફરવાની દિશા આકૃતિ ૬૭માં ગોળાકાર તીર વડે દર્શાવી છે, જે ઘડીઆળના કાંટાની ચાલની દિશા છે અને તે ઉપર R અક્ષર લખ્યો છે, અને તેજ પ્રમાણે અવળા આંટાની દિશા પણ ગોળાકાર તીર વડે આકૃતિ ૬૮માં દર્શાવી છે જે સવળા આંટાથી ઉલટી છે અને તે ઉપર L અક્ષર લખ્યો છે.

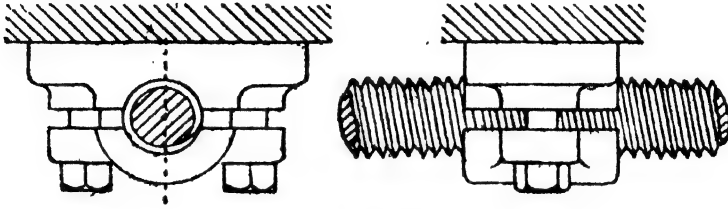
સીંગલ અને ડબલ થ્રેડ્સ સ્ક્રૂ એટલે એકવડા અને બેવડા આંટાવાળા સ્ક્રૂ—જે સ્ક્રૂને એકવડો આંટો હોય છે તેને “સીંગલ થ્રેડ્સ સ્ક્રૂ” કહે છે, અને તે ઘણે ભાગે વપરાય છે. એક સ્ક્રૂ વડે મળતો યાંત્રિક લાભ અને એક આંટામાં તે સ્ક્રૂ જેટલું અંતર આગળ ચાલે તે તેના આંટાના માત્ર પીચ ઉપર આધાર રાખે છે, પણ સ્ક્રૂનું જોર તેનાં છેદચિત્ર (ક્રોસ સેક્શન)નાં ક્ષેત્રફળ ઉપર આધાર રાખે છે. હવે જો કોઈ કામ માટે નટ અથવા તો સ્ક્રૂની ગતિ ઝડપી જોઈતી હોય, તો પીચ વધારવો જોઈએ; અને જો સ્ક્રૂ એકવડા ચોરસ આંટાવાળો (સીંગલ સ્ક્રેવર થ્રેડવાળો) હોય જેમાં આંટાની ઉંડાઈ અને જડાઈ અને ગાળાની પહોળાઈ એ દરેક અર્ધા પીચ જેટલાં હોય છે, તો સ્ક્રૂનું જોર ઘણે ભાગે ઘટી જશે. ધારો કે એક સ્ક્રૂનો વ્યાસ  $1\frac{1}{4}$  ઇંચ છે, અને નટ તથા તે સાથે જોડેલા ભાગોની ગતિ સ્ક્રૂના દર આંટા દીઠ  $\frac{1}{2}$  ઇંચ જોઈતી હોય તો સ્ક્રૂનો પીચ  $\frac{1}{2}$  ઇંચ રાખવો પડશે, માટે આંટો અને ગાળો  $\frac{1}{2}$  ઇંચ પહોળો અને ઉંડો બનશે, તેથી આંટાનાં તળીયાં આગળનો સ્ક્રૂનો વ્યાસ  $1\frac{1}{4} - (2 \times \frac{1}{2}) = 1\frac{1}{4} - 1 = \frac{1}{4}$  ઇંચ રહેશે. જો ગાળો સાંકડો અને છાછરો બનાવીએ, કહો કે  $\frac{1}{4}$  ઇંચ પહોળો અને ઉંડો બનાવીએ તો સ્ક્રૂનું જોર વધશે, પણ સ્ક્રૂનાં આંટાની પહોળાઈ  $\frac{1}{2} - \frac{1}{4} = \frac{1}{4}$  ઇંચ જેટલી થશે, અને નટમાં ગાળાની પહોળાઈ તેટલીજ ( $\frac{1}{4}$  ઇંચ)

થશે, જેથી નટમાં આંટા માત્ર  $\frac{1}{2}$  ઇંચ પહોળો રહેશે, પરિણામે નટ (ચાકી)નું ટકાઉપાણું ઘટી જશે. આ અડચણ દુર કરવા માટે એક ખીન્ને ગાળો  $\frac{1}{2}$  ઇંચ પહોળો બનાવવાની જરૂર પડશે, જેથી સ્ક્રુમાંનો  $\frac{1}{2}$  ઇંચ પહોળો આંટો બે આંટામાં વિભક્ત થશે, જે દરેક આંટાની પાળાઈ  $\frac{1}{2}$  ઇંચ થશે; નટ પણ સ્ક્રુના આંટાને મળતી આવે એમ બેવડા આંટાની બનાવવી પડશે; આવા સુને “ડબલ થ્રેડ સ્ક્રુ” કહે છે, અને તે વેળાએ તે સ્ક્રુના આંટાનાં તળીયાંનો વ્યાસ  $1\frac{1}{8} - (2 \times \frac{1}{2}) = 1\frac{1}{8} - \frac{1}{2} = \frac{3}{4}$  ઇંચ રહેશે, તેટલા માટે તે સુ બળવાન બનવા ઉપરાંત તેની યાંત્રિક કિંમત  $\frac{3}{4}$  ઇંચ પીચના સીંગલ થ્રેડ સ્ક્રુ જેનો આંટાના તળીયાં આગળનો વ્યાસ  $\frac{3}{4}$  ઇંચ છે તેનાં જેટલીજ રહેશે, એટલે સ્ક્રુના એક આંટા (રેવોલ્યુશન)માં સ્ક્રુ અથવા નટના પીચના જેટલાજ એટલે  $\frac{3}{4}$  ઇંચ આગળ ચાલશે.

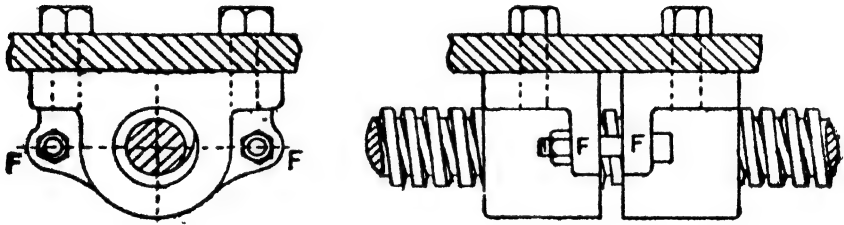
તેજ પ્રમાણે પીચને ત્રણ આંટા અને ત્રણ ગાળામાં વિભક્ત કરવામાં આવે તો, દરેક આંટા અને ગાળાની પહોળાઈ અને ઉંડાઈ પીચનાં  $\frac{1}{3}$  જેટલી થશે, જેથી તેનો આંટાનાં તળીયાં આગળનો વ્યાસ  $1\frac{1}{8} - (2 \times \frac{1}{3}) = 1\frac{1}{8} - \frac{2}{3} = \frac{5}{6}$  ઇંચ જેટલો રહેશે. તેટલા માટે તે સુ બેવડા આંટાના સ્ક્રુ કરતાં પણ વધુ બળવાન બનવા ઉપરાંત તેની યાંત્રિક કિંમત તો માત્ર પીચની ઉપરજ આધાર રાખશે એટલે તે સ્ક્રુના એક આંટા (રેવોલ્યુશન)માં સુ અથવા નટ માત્ર પીચ જેટલાજ એટલે  $\frac{1}{3}$  ઇંચ આગળ ચાલશે.

**સ્ક્રુ ગીઅરીંગમાં બેકલેશ (Backlash in Screw Gearing)**—જ્યારે સ્ક્રુ અને તેની નટ (ચાકી)ના આંટાઓ ઘસાઈ જાય છે ત્યારે તે નટ અને તેની સાથે જોડાયેલા ભાગો ચાલવા માંડે તેની પહેલાં સ્ક્રુને આંટા (રેવોલ્યુશન)ના થોડા ભાગે ફરવો પડે છે. સ્ક્રુની આ ગતિ જે નટને ચલાવવામાં કામ આવતી નથી તેને “બેકલેશ” (backlash) કહે છે. ફ્લેન્જવાળી નટને બે ભાગમાં બનાવી તે બન્ને ભાગોને સ્ક્રુની મદદ વડે એક બીજાની પાસે ખેંચી

“એક્સેશ” દુર કરવામાં આવે છે. ન્યાં આગળ આંટા ખુણાવાળા “વી” આકારના હોય છે ત્યાં નટને તેના વ્યાસમાં વિભક્ત કરવામાં આવે છે, જે આકૃતિ ૬૯માં બતાવ્યું છે. ચોરસ આંટાવાળા સ્ક્રુમાં આમ



આકૃતિ ૬૯



આકૃતિ ૭૦

કરવાથી ઇચ્છિત હેતુ પાર પડતો નથી. તેવી બાબતમાં નટને તેની લંબાઈની દિશામાં વિભક્ત કરવી પડે છે; અને ફ્લેન્જ જેવી કાંઈક રચના રાખી બોલ્ટ અથવા સ્ક્રુની મદદ વડે બન્ને ભાગોને એક બીજા પાસે ખેંચવામાં આવે છે, જે આકૃતિ ૭૦માં બતાવ્યું છે. એમાં નટ ઉપર ‘F’ નો આગળ ફ્લેન્જ દેખાડી છે, અને બોલ્ટ અથવા સ્ક્રુની મદદ વડે બે ભાગોને એક બીજાની પાસે ખેંચી લેવામાં આવે છે જેથી કરીને ન્યારે આંટા ખવાયલા હોય ત્યારે નટના આંટા સ્ક્રુના આંટા સાથે સંબંધમાં લાવી શકાય.

લાંબર અથવા બહીલ સાથે સંયુક્ત થયેલા સ્ક્રુ વડે દુર કરવામાં આવતા અવરોધ અને તેનું કાર્યસાધકત્વ એટલે એફીશીઅન્સી—જે સ્ક્રુને તેની લંબાઈની દિશામાં ચાલતો અટ-

## લીવર અથવા બ્લીલ સાથે સંયુક્ત થયલા સ્કુ ૨૧૩

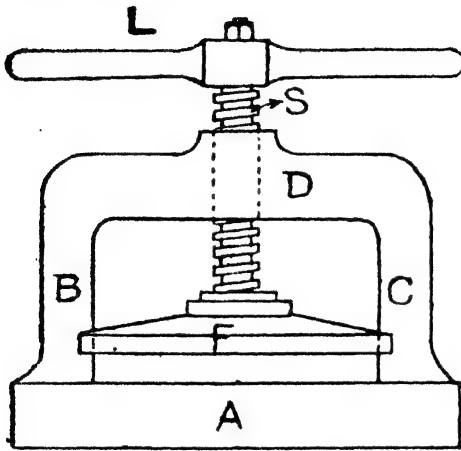
કાવી માત્ર ગોળ ફરી શકે એમ છુટા રાખવામાં આવે તથા નટને ગોળ ફરતી અટકાવી સ્કુની લંબાઈની દિશામાં ચાલવાને છુટી રાખવામાં આવે, તો સ્કુને તેને છેડે બેસાડેલાં લીવર અથવા બ્લીલ વડે એક આંટા ફેરવવાથી નટ સ્કુના પીચ જેટલી આગળ અથવા પાછળ ચાલશે. એથી ઉલટું જો સ્કુને ગોળ ફરતો અટકાવી તેની લંબાઈની દિશામાં ચાલવાને છુટા રાખવામાં આવે અને નટને સ્કુની લંબાઈની દિશામાં ચાલતી અટકાવી ગોળ ફરી શકે એમ છુટી રાખવામાં આવે, તો નટ ઉપર બેસાડેલાં અથવા તે સાથે જોડેલાં લીવર અથવા બ્લીલ વડે તે નટને એક આંટા ફેરવવાથી સ્કુ તેના પીચ જેટલો આગળ ચાલશે. તેટલા માટે સ્કુ મોટે ભાગે ક્રાંતિપિણુ આકારનાં લીવર સાથે વપરાય છે. દાખલા તરીકે એક સાધારણ નટ અથવા સ્કુ એક સ્પેનર (પાનાં)ની મદદ વડે સજ્જડ અથવા ઢીલાં કરવામાં આવે છે. પ્રેસનો સ્કુ એક લીવર જેનું ફલકમ મધ્યમાં છે તે વડે ઉપર નીચે ચલાવવામાં આવે છે. સ્કુ કટીંગ લેધમાં લીડીંગ સ્કુને અથવા પ્લેનીંગ મશીનની ટેબલને ચલાવનારા સ્કુને દાંતાનાં ચક્કરોનાં જોડાણ વડે અથવા તો પુલી વડે ફેરવવામાં આવે છે. તેજ પ્રમાણે લેધના દુલ રેસ્ટની ત્રેવરસીંગ (લેધ બેડની લંબાઈની દિશામાં ચાલતી) સ્લાઈડ અને સરફેસીંગ (લેધ બેડની લંબાઈને ક્રાંતિપિણુની દિશામાં ચાલતી) સ્લાઈડને ચલાવનારા સ્કુને લીવર-હેન્ડલ વડે ફેરવવામાં આવે છે.

લીવર ઉપર લાગુ પાડેલાં જોર અને સ્કુ વડે દુર કરેલા અવરોધ વચ્ચેનું પ્રમાણ ધર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં કામના નિયમ પ્રમાણે મળી શકે છે જે નીચે પ્રમાણે છે:—

આપેલા વખતમાં ખર્ચ કરેલી શક્તિ = તેટલાજ વખતમાં અવરોધ દુર કરવામાં થતું કામ.

**જુદાં જુદાં કાર્યો માટે યંત્રોમાં સ્કુના ઉપયોગ:—**

**સ્ક્રુ-પ્રેસ (Screw-press)**—આકૃતિ ૭૧માં સાધારણ સ્ક્રુ-પ્રેસ બતાવ્યો છે. અતિશય દબાણ ઉત્પન્ન કરવા માટે સ્ક્રુનો



ઉપયોગ સ્ક્રુ-પ્રેસમાં કરવામાં આવ્યો છે. એમાં બીડની પાયાની પ્લેટ A છે જે ઉપર બે ઉભા થાંભલાઓ B અને C રાખેલા છે, અને તે બન્ને થાંભલાને મથાળેથી એક આડ પાટા (ક્રોસ બાર) D વડે જોડેલા છે, અથવા તે બન્ને થાંભલાને ક્રોસ બાર D સાથે એકજ દુકડે ઓતીને બનાવેલા છે. આ ઉભા

આકૃતિ ૭૧

થાંભલાઓમાં બીડ અથવા લોખંડની પ્લેટ Fનાં માર્ગ પ્રદર્શન (guidance) માટે ગાળાઓ અથવા બહાર નીકળતા લાગો (પટીઓ) બનાવેલા હોય છે. આ પ્લેટ Fને સ્ક્રુ S વડે ઉપર નીચે ચલાવવામાં આવે છે. સ્ક્રુને નીચલે છેડે બનાવેલું ગોળ માથું પ્લેટ ઉપર આપેલા તેવાજ ગાળામાં એવી રીતે ઢીલું બેસતું કરેલું હોય છે કે જેથી તે સ્ક્રુ ગોળ ફરી શકે. સ્ક્રુને અનુકુળ થાય એવી એક નટ આડ પાટા (ક્રોસ બાર) Dમાં બનાવેલી હોય છે. લીવર Lને એક છેડે ખેંચાણ અને બીજે છેડે ધક્કો આપી સ્ક્રુને ગોળ ફેરવવામાં આવે છે. આ રચના વડે પાયાની પ્લેટ A ઉપર મુકેલા કોઈ પણ પદાર્થ ઉપર પ્લેટ Fને બેહુદ દબાણ સાથે દબાવી શકાશે.

ધારો કે,  $P$  = લીવરના છેડા ઉપરનું ખેંચાણ અને ધક્કો દર્શાવે છે, એટલે કુલ જોર =  $2 P$  છે.

$r$  = જે વર્તુલમાં  $P$  ફરે છે તેની ત્રિજ્યા અથવા લીવરના છેડાથી સ્ક્રુનાં મધ્ય સુધીનું અંતર.

$W$  = દુર કરવામાં આવતો અવરોધ એટલે પાયાની પ્લેટ ઉપર મુકેલા પદાર્થ ઉપર આવતું દબાણ.

$p$  = સ્ક્રુનો પીચ.

ત્યારે ધર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં સ્ક્રુના દર આંટા (રેવોલ્યુશન) દીઠ ખર્ચ કરેલી શક્તિ =  $2 P \times 2 \pi r \times 3.1415$ ,  
અને અવરોધ દુર કરવામાં થતું કામ =  $W \times p$ .

પણ, ખર્ચ કરેલી શક્તિ = થતું કામ છે, માટે

$$2 P \times 2 \pi r \times 3.1415 = W \times p$$

$$4 P \pi r \times 3.1415 = W \times p$$

$$\therefore \text{યાંત્રિક લાભ} = \frac{W}{P} = \frac{4 \pi r \times 3.1415}{p}$$

દાખલો ૧—એક સ્ક્રુ-પ્રેસમાં હાથે ૧૪ ઇંચ લાંબો છે. સ્ક્રુને હાથાનાં મધ્યમાં ખેસાડેલો છે. હાથાને દરેક છેડે ૧૫ પૌંડનું નેર લાગુ પાડવામાં આવે છે. જો સ્ક્રુનો પીચ  $\frac{1}{2}$  ઇંચ હોય અને એપ્રીશીઅન્સી ૦.૩ હોય, તો પાયાની પ્લેટ ઉપર મુકેલા પદાર્થ ઉપર કેટલું દબાણ આવશે ?

ખર્ચ કરેલી શક્તિ = મળતું કામ

$$2 P \times 2 \pi r \times \frac{22}{7} \times E = W \times p$$

$$2 \times 15 \times 2 \times 7 \times \frac{22}{7} \times \frac{3}{40} = W \times \frac{1}{2}$$

$$\therefore W = \frac{2 \times 15 \times 2 \times 7 \times 22 \times 3 \times 2}{7 \times 10 \times 1} = \underline{\underline{792 \text{ પૌંડ}}}$$

દાખલો ૨—એક સ્ક્રુ-પ્રેસમાં હાથાની લંબાઈ ૧૬ ઇંચ છે અને સ્ક્રુનો પીચ  $\frac{3}{4}$  ઇંચ છે. જો પદાર્થને દબાવવા માટે ૧૪૦૮ પૌંડનું દબાણ નેઈતું હોય અને સ્ક્રુ-પ્રેસની એપ્રીશીઅન્સી ૦.૩૫ હોય, તો હાથાને દરેક છેડે કેટલું નેર લાગુ પાડવું નેઈશે ?

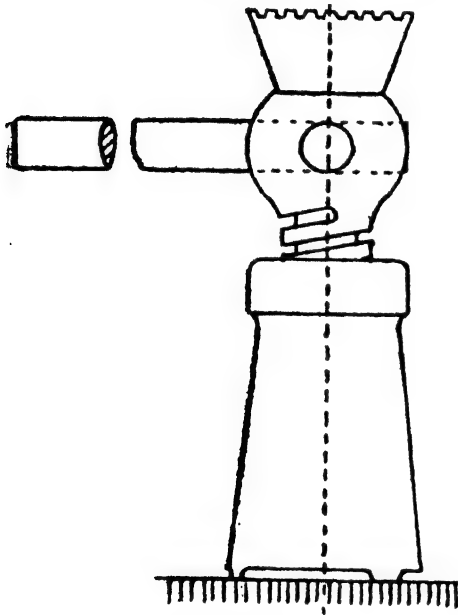
$$2 P \times 2 \pi r \times \frac{22}{7} \times E = W \times p$$

$$2 P \times 2 \times 7 \times \frac{22}{7} \times \frac{35}{100} = 1408 \times \frac{3}{4}$$

$$\therefore P = \frac{1408 \times 3 \times 7 \times 100}{2 \times 2 \times 7 \times 22 \times 35 \times 4} = \underline{\underline{30 \text{ પૌંડ}}}$$



**સ્ક્રુ-જેક (Screw-Jack)**—ભારે વજનનો ઉપાડવામાં સુનો ઉપયોગ સ્ક્રુ-જેકમાં કરવામાં આવ્યો છે. પાટા ઉપરથી ઉતરી ગયલાં લોકોમોટીવ એન્જિનો અને રેલવેના ડબ્બાઓને પાટા ઉપર ફરીને મુકવા માટે, ભારે ભારવટીઆઓને ઉંચકી તેમનાં સ્થાને મુકવાને માટે, અથવા નાનાં અંતરે કોઈ પણ મોટા અવરોધ જે મળુર અને લીવરની મદદ વડે દુર કરી શકાતો ન હોય તે દુર કરવા માટે સ્ક્રુ-



આકૃતિ ૭૨

જેક વપરાય છે. આકૃતિ ૭૨માં બોટલ સ્ક્રુ-જેક બતાવ્યો છે. તે એક બોટલી (બોટલ bottle)ના આકારનાં મળ્યુત પોકળ કાસ્ટીંગનો બનેલો છે. આ કાસ્ટીંગના ઉપલા છેડામાં ધરીને સમાંતર ચોરસ આંટા કાપેલા છે. જેથી તે નટ બની રહે છે, અને આ નટમાં ગોળાકાર માથાં સાથનો એક પોલાદનો સ્ક્રુ બેસાડેલો છે. આ સ્ક્રુનાં ગોળાકાર માથાંમાં બે વેહો આરપાર એક બીજાને કાટખુણે કારેલા હોય છે. આ વેહોમાં લોખંડનાં લીવર બારનો એક છેડો ખોસી તેને

બીજે છેડે જોર લાગુ પાડી સ્ક્રુને ફેરવવામાં આવે છે, અને આ પ્રમાણે સ્ક્રુનાં માથાંને ધીમે ધીમે ઉપર ચઢાવવામાં આવે છે, જેથી તે માથાં અને જેકનાં તળીયાં વચ્ચેનું અંતર વધે છે, અને પાયો (તળીયું) સળંગ રીતે ટકવેલો હોવાથી સ્ક્રુના ફરવાને લીધે દાગીનો અથવા વજન W ઉચકાય છે.

વજનનાં સંબંધમાં આવતો સ્ક્રુનાં માથાંનો ઉપલો લાગ જો સ્ક્રુ સાથે ફરે તો બેહદ ધર્ષણ ઉત્પન્ન થાય. આ પ્રમાણે થતું અટકાવવા

માટે સ્ક્રુના ગોળાકાર માથાના ઉપલા ભાગ ઉપર તે ઉપરથી બહાર નીકળતી મધ્યની પીન ઉપર એક દીલી કેપ (ટોપી) બેસાડેલી હોય છે, અને તે કેપની ઉપલી સપાટી ઉપર ખાંચાઓ કાપેલા હોય છે.

ધારો કે,  $l$  = લીવર ઉપર જે જગ્યાએ જોર લાગુ પાડવામાં આવે ત્યાંથી તે જેકનાં મધ્ય સુધીની લીવરના હાથાની લંબાઈ ઈંચમાં.

$p$  = સ્ક્રુનો પીચ ઈંચમાં.

$P$  = લાગુ પાડવામાં આવતું જોર.

$W$  = ઉપાડવાનું વજન અથવા દુર કરવાનો અવરોધ.

ત્યારે, ધર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં કામના નિયમ પ્રમાણે લીવરના એટલે સ્ક્રુના એક આંટા (turn)માં—

$$P \times \text{તેનું અંતર} = W \times \text{તેનું અંતર}$$

$$P \times 2\pi l = W \times p$$

$$\therefore P = \frac{W \times p}{2\pi l}$$

$$\text{યાંત્રિક લાભ} = \frac{W}{P} = \frac{2\pi l}{p}$$

**દાખલો ૩**—એક સ્ક્રુ-જેકમાં સ્ક્રુનો પીચ  $\frac{3}{8}$  ઈંચ છે, અને સ્ક્રુનાં મધ્યથી લીવરને છેડે જ્યાં જોર લાગુ પાડવામાં આવે છે તે બિંદુ સુધીનું અંતર એટલે જોર  $P$ નો લીવરેજ ૨૦ ઈંચ છે, તો આ સ્ક્રુ-જેક વડે ૫ ટનનું વજન ઉપાડવા માટે કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈશે?

$$P \times 2\pi l = W \times p$$

$$P \times 2 \times \frac{22}{7} \times 20 = 5 \times 2240 \times \frac{3}{8}$$

$$\therefore P = \frac{5 \times 2240 \times 3 \times 7}{8 \times 2 \times 22 \times 20} = 45.6 \text{ પાઉન્ડ}$$

**દાખલો ૪**—એક સ્ક્રુ-જેકમાં સ્ક્રુનો પીચ ૧ ઈંચ છે, અને લીવરની લંબાઈ ૨૧ ઈંચ છે. જો લીવરને છેડે ૩૦ પાઉન્ડનું જોર લાગુ

પાડવામાં આવે, તો ધર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં કેટલું વજન ઉપાડી શકાશે? જો જેકની એપ્રીશીઅન્સી ૩૦ ટકા હોય તો કેટલું વજન ઉપાડી શકાશે?

ધર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં—

$$P \times 2 \pi l = W \times p$$

$$30 \times 2 \times \frac{22}{7} \times 21 = W \times 1$$

$$\therefore W = \frac{30 \times 2 \times 22 \times 21}{7 \times 1} = \underline{3640 \text{ પૌંડ}}$$

ધર્ષણ ધ્યાનમાં લેતાં—

$$30 \times 2 \times \frac{22}{7} \times 21 \times \frac{300}{1000} = W \times 1$$

$$\therefore W = \frac{30 \times 2 \times 22 \times 21 \times 30}{7 \times 100 \times 1} = \underline{1122 \text{ પૌંડ}}$$

**દાખલો ૫—**એક સ્કુ-જેક જેમાં સ્કુનો પીચ  $\frac{1}{2}$  ઇંચ છે તે વડે ૩ ટનનું વજન ઉપાડવાનું છે. જો લીવરને છેડે ૩૫ પૌંડનું જોર લાગુ પાડવામાં આવે, તો ધર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં લીવરની લંબાઈ કેટલી રાખવી જોઈશે? જો જેકનું મોડ્યુલસ અથવા એપ્રીશીઅન્સી ૦.૪ હોય, તો ધર્ષણ ધ્યાનમાં લેતાં લીવરની લંબાઈ કેટલી રાખવી જોઈશે?

ધર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં—

$$P \times 2 \pi l = W \times p$$

$$3 \times 2 \times \frac{22}{7} \times l = 3 \times 2240 \times \frac{1}{2}$$

$$\therefore l = \frac{3 \times 2240 \times 1 \times 7}{2 \times 3 \times 2 \times 22} = \underline{14.29 \text{ ઇંચ}}$$

ધર્ષણ ધ્યાનમાં લેતાં—

$$3 \times 2 \times \frac{22}{7} \times l \times \frac{400}{1000} = 3 \times 2240 \times \frac{1}{2}$$

$$\therefore l = \frac{3 \times 2240 \times 1 \times 7 \times 10}{2 \times 3 \times 2 \times 22 \times 4} = \underline{31.91 \text{ ઇંચ}}$$

**સ્કુ વડે મેળવવામાં આવતી ગતિનાં સંચારણ વિષે—**

પ્લેનીંગ મશીનની ટેબલને ગતિ આપવા માટેની એટલે ચલાવવા માટેની એક રચનામાં સ્કુ અને નટનો ઉપયોગ થાય છે. આ રચનામાં

## સ્કુ વડે મેળવવામાં આવતી ગતિનું સંચારણ ૨૧૯

નટને પ્લેનીંગ મશીનની ટેબલ સાથે તળીયે સજ્જડ કરેલી છે, અને તે નટમાં કાર્ય કરતા સ્કુ ઉપર પુલીઓ બેસાડેલી છે જે વડે સ્કુને સુલટી અને ઉલટી દિશામાં વારાફરતી ફેરવવામાં આવે છે. દર મીનીટે ટેબલની અમુક ચાલ મેળવવા માટે સ્કુના એટલે તે ઉપર બેસાડેલી પુલીના આંટાની સંખ્યા નક્કી કરવાની રીત નીચે પ્રમાણે છે:—સ્કુના એટલે પુલીના એક આંટામાં ટેબલ સ્કુના પીચ જેટલી આગળ ચાલશે, બે આંટામાં બમણા પીચ જેટલી, અને એ પ્રમાણે આગળ ચાલશે.

હવે ધારો કે,  $n$  = દર મીનીટે સ્કુના એટલે તે ઉપર સજ્જડ કરેલી પુલીના આંટાની સંખ્યા

$T$  = દર મીનીટે પ્લેનીંગ મશીનની ચાલ ઇંચમાં

$p$  = સ્કુનો પીચ ઇંચમાં

ત્યારે,  $n \times p = T$

**દાખલો ૬**—એક પ્લેનીંગ મશીનની ટેબલને  $1\frac{1}{2}$  ઇંચ પીચવાળા સ્કુની મદદ વડે ચલાવવામાં આવે છે. જો ટેબલને દર મીનીટે ૧૮ ફુટની ઝડપે ચલાવવાની હોય, તો સ્કુને દર મીનીટે કેટલા આંટાની ઝડપે ફેરવવો પડશે ?

$$n \times p = \text{ટેબલની ચાલ}$$

$$n \times \frac{3}{2} = ૧૮ \times ૧૨$$

$$\therefore n = \frac{૧૮ \times ૧૨ \times ૨}{૩} = ૧૪૪ \text{ આંટા}$$

**દાખલો ૭**—એક પ્લેનીંગ મશીનમાં ટેબલ અને તે ઉપર મુકેલા દાગીનાની ગતિને નડતો અવરોધ સ્કુનાં ધર્ષણ સુદ્ધાં ૫ છે; ટેબલને ચલાવનારા સ્કુનો પીચ  $2\frac{1}{2}$  ઇંચ છે; અને પુલીઓ ઉપર મળી શકતું પડાનું ખેંચાણ ૪૨૦ પૌંડ છે. પુલીઓનો વ્યાસ ૧૫ ઇંચ છે. જો કાપ લેતી વેળાએ કાપને નડતો અવરોધ ૩ ટન હોય, તો ટેબલ અને તે ઉપર મુકેલા દાગીનાનું વજન કેટલું હશે તે શોધો.

પુલીના એક આંટામાં પટાનાં ખેંચાણુ વડે થતું

કામ = પટાનું ખેંચાણુ  $\times$  પુલીનો પરિધ.

$$= ૪૨૦ \times ૧૫ \times \frac{૨૨}{૭} \text{ ઇંચ-પૌંડ.}$$

કાપ લેતી વેળાએ ટેબલને ચલાવવા માટે નડતો કુલ અવરોધ = ટેબલ અને તે ઉપર મુકેલા દાગીનાનાં વજનને લીધે તેની ગતિને નડતો અવરોધ + કાપને નડતો અવરોધ.

ધારોકે  $W$  = ટેબલ અને તે ઉપર મુકેલા દાગીનાનું વજન પૌંડમાં, ત્યારે, ટેબલ અને તે ઉપર મુકેલા દાગીનાની ગતિને નડતો

$$\text{અવરોધ} = .૫ W$$

$$\therefore \text{કુલ અવરોધ} = .૫ W + ૩ \times ૨૨૪૦$$

$$= .૫ W + ૬૭૨૦$$

પુલીના એક આંટામાં કાપ લેતી વેળાએ ટેબલને ચલાવવામાં અર્થ થતું કામ = કુલ અવરોધ  $\times$  ખીચ.

$$= (.૫W + ૬૭૨૦) \times ૨.૫ \text{ ઇંચ-પૌંડ.}$$

$$\therefore ૪૨૦ \times ૧૫ \times \frac{૨૨}{૭} = (.૫W + ૬૭૨૦) \times ૨.૫$$

$$૧૯૮૦૦ = ૧.૨૫W + ૧૬૮૦૦$$

$$૧૯૮૦૦ - ૧૬૮૦૦ = ૧.૨૫ W$$

$$૩૦૦૦ = ૧.૨૫ W$$

$$\therefore W = \frac{૩૦૦૦}{૧.૨૫} = \underline{૨૪૦૦ \text{ પૌંડ}}$$

મશીન ટુલ્સ, જેવાં કે, લેધ, પ્લેનર, શેપર, સ્લોટર, ડીલીંગ મશીન, વિગેરેમાં સ્લાઈડ ચલાવવા માટે સ્ક્રુ મોટે ભાગે વપરાય છે. ધણીએક બાબતમાં કાપ લેતાં ઓળરને શીડ આપવા માટે સ્ક્રુને હાથ વડે અથવા પોતાની મેજે (સેલ્ફ-એક્ટીંગ) ચલાવવાની યોજના પુરી પાડેલી હોય છે. સેલ્ફ-એક્ટીંગ ગતિ ધણું કરીને એક લીવર અને પોલ (pawl) વડે ચલાવવામાં આવતાં રેચેટ વ્હીલ (ratchet wheel)ની મદદ વડે મેળવી શકાય છે, અને લીવરની ગતિ આંટા

( રેવોલ્યુશન )ના લગભગ  $\frac{1}{2}$  જેટલી અથવા તે કરતાં ઓછી ગોઠવી શકાય એમ હોય છે, અથવા તો પોલને ઉચકી નેડાણમાંથી બહાર ( આઉટ ઓફ ગીઅર ) કરી શકાય છે. ધારોકે રેચેત વ્હીલમાં  $n$  દાંતા છે, ત્યારે જો પોલ વ્હીલને એક દાંતો ફેરવે તો તે વેળાએ સ્ક્રુ  $\frac{1}{n}$  આંટો ફરશે, જો ગતિ એ દાંતા જેટલી હશે તો સ્ક્રુ

$\frac{2}{n}$  આંટો ફરશે, અને એ પ્રમાણે આગળ આવશે. જો  $p =$  સ્ક્રુનો પીચ હોય તો નટ અને તે સાથે નેડાયલા ભાગની ગતિ રેચેત વ્હીલના એક દાંતા માટે  $\frac{1}{n} \times \frac{p}{1} = \frac{p}{n}$  જેટલી છે; એ દાંતા માટે  $\frac{2}{n} \times \frac{p}{1} = \frac{2p}{n}$  જેટલી છે; ત્રણ દાંતા માટે  $\frac{3}{n} \times \frac{p}{1} = \frac{3p}{n}$  જેટલી અને એ પ્રમાણે આગળ આવશે.

વિદ્યાર્થીઓએ ધ્યાનમાં રાખવું જોઈએ કે સ્ક્રુની સાથે નેડાયલા ભાગોની ગતિ ઉત્પન્ન કરવા માટે સ્ક્રુની કિંમત માત્ર તેના પીચ ઉપર આધાર રાખે છે, અને નહિં કે સ્ક્રુમાંના આંટાની સંખ્યા ઉપર; દાખલા તરીકે, સાંગલ અથવા ડબલ થ્રેડેડ ( એકવડા અથવા બેવડા આંટાવાળા ) સ્ક્રુનો પીચ  $\frac{1}{2}$  ઇંચ હોય તો દરેક બાબતમાં સ્ક્રુના એક આંટા દીઠ  $\frac{1}{2}$  ઇંચની ગતિ આપશે.

**દાખલો ૮**—એક શેપીંગ મશીનમાં ટુલને પકડનાર માથાને જે સ્ક્રુ ચલાવે છે તે ડબલ થ્રેડેડ છે, અને તેનો પીચ  $\frac{1}{2}$  ઇંચ છે. રેચેત વ્હીલ ૩૬ દાંતાનું છે, તો (૧) સ્ક્રુના દર આંટા (રેવોલ્યુશન) દીઠ માથાંની ચાલ શોધો, અને (૨) રેચેત વ્હીલના વખતો વખત ૧ થી ૬ દાંતા ફેરવવાથી મળતી ફીડ માટેની ગતિ શોધો.

(૧) સ્ક્રુના એક આંટામાં મળતી ચાલ  $= p = \frac{1}{2}$  ઇંચ.

(૨) જો રેચેત વ્હીલનો એક દાંતો ફેરવવામાં આવે તો સ્ક્રુ  $\frac{1}{36}$  આંટો ફરશે, તેટલા માટે રેચેત વ્હીલના એક દાંતા માટે મળતી ફીડ માટેની ગતિ  $= \frac{1}{36} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{72}$  ઇંચ.

રેચેત બ્હીલના બે દાંતા માટે ગતિ =  $\frac{૩૬}{૬} \times \frac{૧}{૨} = \frac{૩}{૨}$  ઈંચ

ત્રણ દાંતા માટે ગતિ =  $\frac{૩૬}{૬} \times \frac{૧}{૨} = \frac{૩}{૨}$  ઈંચ

ચાર દાંતા માટે ગતિ =  $\frac{૩૬}{૬} \times \frac{૧}{૨} = \frac{૩}{૨}$  ઈંચ

પાંચ દાંતા માટે ગતિ =  $\frac{૩૬}{૬} \times \frac{૧}{૨} = \frac{૩}{૨}$  ઈંચ

છ દાંતા માટે ગતિ =  $\frac{૩૬}{૬} \times \frac{૧}{૨} = \frac{૩}{૨}$  ઈંચ

**દાખલો ૯**—એક લેધમાં સરફસીંગ સ્લાઈડને ચલાવનારા સ્ક્રુનો પીચ  $\frac{૩}{૮}$  ઈંચ છે, અને તે ડબલ થ્રેડેડ (બેવડા આંટાવાળો) છે. આ સ્ક્રુ ઉપર ચપટી રીમવાળું એક બ્હીલ બેસાડેલું છે, જેની રીમના પરિઘ ઉપર ૪૮ સરખા વિભાગના કાપા પાડેલા છે, તો બ્હીલને એક વિભાગ જેટલું ફેરવવાથી ઓગ્ગર કેટલું આગળ વધશે? વળી બ્હીલને અનુક્રમે ૪, ૧૨, ૨૦, અને ૨૮ વિભાગો જેટલું ફેરવવાથી ઓગ્ગરને મળતી ગતિઓ શોધો.

બ્હીલ ઉપર ૪૮ સરખા વિભાગ પાડેલા છે, માટે એક વિભાગ એટલે કાપો ફેરવવાથી બ્હીલ  $\frac{૧}{૪૮}$  આંટો ફરશે, અને આ બ્હીલ સરફસીંગ સ્લાઈડને ચલાવનારા સ્ક્રુ ઉપર સજ્જડ કરેલું હોવાથી બ્હીલને એક કાપો ફેરવવાથી સ્ક્રુ પણ  $\frac{૧}{૪૮}$  આંટો ફરશે.

સ્ક્રુના એક આંટામાં સ્લાઈડ એટલે ઓગ્ગર સ્ક્રુના પીચ જેટલું આગળ ચાલશે, માટે બ્હીલને એક વિભાગ એટલે કાપો ફેરવવાથી સ્લાઈડ એટલે ઓગ્ગરની ગતિ =  $\frac{૧}{૪૮} \times \frac{૩}{૮} = \frac{૧}{૧૨૮}$  ઈંચ

બ્હીલના ચાર કાપા માટે ઓગ્ગરની ગતિ =  $\frac{૧}{૪૮} \times \frac{૩}{૮} = \frac{૧}{૧૨૮}$  ઈંચ

બ્હીલના બાર કાપા માટે ઓગ્ગરની ગતિ =  $\frac{૧}{૪૮} \times \frac{૩}{૮} = \frac{૩}{૧૨૮}$  ઈંચ

બ્હીલના વીસ કાપા માટે ઓગ્ગરની ગતિ =  $\frac{૩}{૪૮} \times \frac{૩}{૮} = \frac{૩}{૧૨૮}$  ઈંચ

બ્હીલના ૨૮ કાપા માટે ઓગ્ગરની ગતિ =  $\frac{૩}{૪૮} \times \frac{૩}{૮} = \frac{૩}{૧૨૮}$  ઈંચ

**દાખલો ૧૦**—છેલ્લા દાખલામાં ઓગ્ગરની શીડ  $\frac{૩}{૮}$  ઈંચ મેળવવા માટે બ્હીલને કેટલા કાપા ફેરવવા જોઈશે?

## સવળા અને અવળા આંટાવાળા સ્ક્રૂનો ઉપયોગ ૨૨૩

$$\begin{array}{ccc} \text{ફીડ} & & \text{કાપા} \\ \frac{3}{8}'' & : & \frac{1}{2}'' : : ૪૮ \\ \text{કાપા} = \frac{૩ \times ૪૮ \times ૪}{૮ \times ૩} = \underline{૨૪ \text{ કાપા}} \end{array}$$

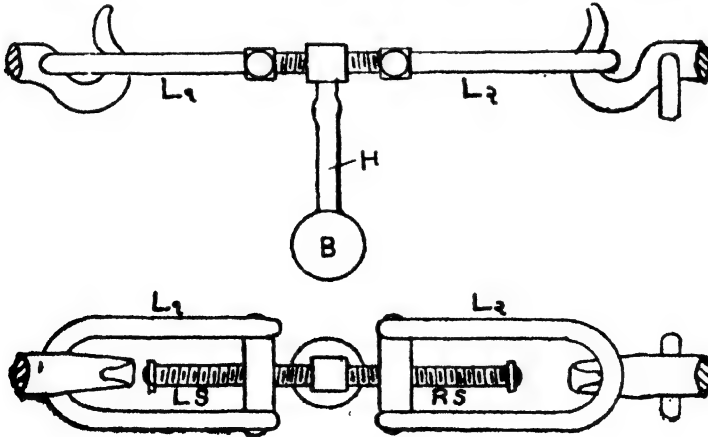
**દાખલો ૧૧**—ગીઅર બ્હીલોના દાંતા કાપવાનાં એક ગીઅર બ્હીલ કટીંગ મશીનમાં  $1\frac{3}{4}$  ઇંચ પીચના દાંતાવાળો રેક કાપવાનો છે. રેકને ડબલ થ્રેડેડ (બેવડા આંટાવાળા)  $\frac{3}{4}$  ઇંચ પીચના સ્ક્રૂ વડે ચલાવવામાં આવતી સ્લાઇડ ઉપર સંબંધ કરેલો છે, તો રેકને જોખતો પીચ આપવા માટે સ્ક્રૂને કેટલા આંટા (રિવોલ્યુશન) ફેરવવા પડશે?

સ્લાઇડના સ્ક્રૂનો પીચ  $\frac{3}{4}$  ઇંચ છે, માટે સ્ક્રૂના એક આંટામાં સ્લાઇડ સાથે રેક  $\frac{3}{4}$  ઇંચ જેટલો આગળ ચાલશે, પણ એકી વેળાએ  $1\frac{3}{4}$  ઇંચ જેટલો ખસેડવાની જરૂર છે, માટે

આંટા

$$\begin{array}{ccc} \frac{3}{4}'' & : & 1\frac{3}{4}'' : : ૧ \\ \text{આંટા} = \frac{૫}{૪} \times ૨ = \frac{૫}{૨} = \underline{૨.૫ \text{ આંટા}} \end{array}$$

**રાઇટ હેન્ડ (સવળા) અને લેફ્ટ હેન્ડ (અવળા) આંટાવાળા સ્ક્રૂના ઉપયોગનો ધણો સારો વ્યવહારિક દાખલો રેલવેના**



આકૃતિ ૭૩



ડબ્બાઓને જોડનારી સ્ક્રૂ-કપ્લીંગ છે. આકૃતિ ૭૩માં આ કપ્લીંગ બતાવી છે, જે ઉપરથી એની બનાવટ સમજાશે. એમાં બે લી  $L_1$  અને  $L_2$  આપેલી છે, જેમાંની એક લીંક  $L_2$  માં રાઈટ હેન્ડ સ્ક્રૂ માટેની નટ અને બીજી લીંક  $L_1$  માં લેફ્ટ હેન્ડ સ્ક્રૂ માટેની ન બનાવેલી હોય છે. એક સળીયાને એક છેડે રાઈટ-હેન્ડ થ્રેડ (સવળ આંટા)નો સ્ક્રૂ RS અને બીજે છેડે લેફ્ટ-હેન્ડ થ્રેડ (અવળા આંટા)નો સ્ક્રૂ LS બનાવેલો છે, જે સ્ક્રૂઓ લીંકમાં આપેલી પોતપોતાની નટમાં કાર્ય કરે છે. આ સ્ક્રૂનાં મધ્ય સાથે એક લીવર I જોડેલું છે જે વડે રાઈટ હેન્ડ (સવળા આંટાના) અને લેફ્ટ હેન્ડ (અવળા આંટાના) સ્ક્રૂને એકી વેળાએ ફેરવવામાં આવે છે, જેથી બન્ને લીંકો અકેકની નજદીક આવે છે અથવા અકેકથી દુર જાય છે. લીવરને ફેરવવાનું સુગમ પડે માટે તેને છેડે ગોળ દડાના જેવા આકારના માથું B બનાવેલું હોય છે. જ્યારે બે ડબ્બાઓને અકેકની સાં જોડવામાં આવે છે ત્યારે એક ડબ્બાના હુક ઉપરથી લટકતી સ સાથની લીંકને બીજા ડબ્બાના હુક ઉપર ભેરવવામાં આવે છે. ત્યાર પછી પોર્ટર મધ્યમાં આપેલાં લીવર H ને ફેરવે છે, જેથી રાઈટ-હેન્ડ અને લેફ્ટ-હેન્ડ સ્ક્રૂ એકી વેળાએ લીંકોમાં આપેલી પોતપોતાની નટમ ફરે છે, પરિણામે લીંકો સાથે બન્ને ડબ્બાના હુકો અકેકની નજદીક ખેંચાય છે, અને ડબ્બાઓને અકેકની સાથે સજ્જડ રીતે પકડે છે.

**દાખલો ૧૨**—આગગાડીના ડબ્બાઓ જોડનારી કપ્લીંગમાં રાઈટ-હેન્ડ અને લેફ્ટ-હેન્ડ સ્ક્રૂનો પીચ  $\frac{1}{2}$  ઇંચ છે, અને લીવરની લંબાઈ ૧૪ ઇંચ છે. જો પોર્ટર લીવરને છેડે બનાવેલા દડા (બોલ ball) ઉપર ૪૦ પૌંડનું જોર લાગુ પાડી તે લીવરને ફેરવે, અને આ રચનાનું કાર્યસાધકત્વ (એફીશીઅન્સી) ૦.૩૫ હોય, તો ડબ્બાઓ એક બીજા તરફ કેટલાં જોરથી ખેંચાઈ આવશે ?

લીવરના એક ચક્કર એટલે આંટામાં દરેક ડબ્બો સ્ક્રૂના પીચ જેટલો અકેકની નજદીક ખેંચાઈ આવશે.

∴ લીવરના એક આંટા (turn)માં ૩૦આંટાનાં વંજન વડે પસાર થતું અંતર = ૨ × પીચ = ૨ ×  $\frac{૩}{૪}$  = ૧ ઇંચ છે.

કામના નિયમ પ્રમાણે લીવરના એટલે સ્ક્રુના એક આંટામાં—

ખર્ચ કરેલી શક્તિ = થતું કામ

$$P \times ૨ \pi l \times E = W \times ૨ p$$

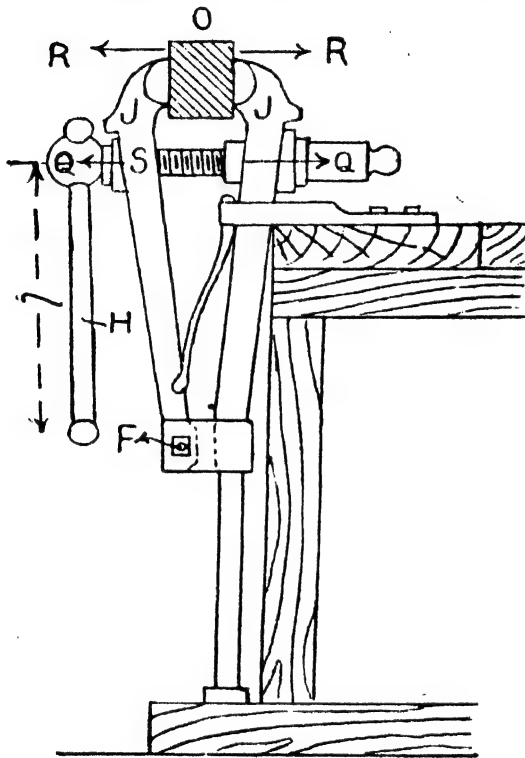
$$૪૦ \times ૨ \times \frac{૨૨}{૭} \times ૧૪ \times \frac{૩૫}{૧૦૦} = W \times ૨ \times \frac{૧}{૪}$$

$$\therefore W = \frac{૪૦ \times ૨ \times ૨૨ \times ૧૪ \times ૩૫ \times ૨}{૭ \times ૧૦૦ \times ૨ \times ૧} = ૧૨૩૨ \text{ પૌંડ}$$

**સ્ક્રુ બેચ વાઇસ (Screw Bench Vice)**—કોઈ પણ દાગીના ઉપર ધીણી, કાનસ, કરવત, વિગેરે વડે કામ કરવાનું હોય છે ત્યારે તે દાગીનાને મજબુત પકડવા માટે “વાઇસ” વપરાય છે. એન્જનીયરીંગ વર્કશોપમાં બેઝકામ (શીટીંગ) ખાતામાં વપરાતી વાઇસ બે બતની હોય છે, સ્ટેપલ વાઇસ (Staple Vice) અને પેરેલેલ વાઇસ (Parallel Vice). સ્ટેપલ વાઇસ જેને “લેગ વાઇસ” અથવા “સોલીડ બોક્સ વાઇસ” પણ કહે છે તેમાં ખસી શકે એવું (મુવએબલ) જડખું વાઇસના પગનાં મધ્યની નજદીક આવેલાં મીનગરાં આસપાસ ત્રિજ્યાની દિશામાં કાર્ય કરે છે, જેથી આ વાઇસમાં બે જડખાંઓની દાગીનાને પકડનારી સપાટી એક બીજાને સમાંતર આવતી નથી. પેરેલેલ વાઇસનું ખસી શકે એવું જડખું સીધી આડી દિશામાં કાર્ય કરતું હોવાથી તેનાં બન્ને જડખાંઓની દાગીનાને પકડનારી સપાટી એક બીજાને સમાંતર રહે છે.

આકૃતિ ૭૪માં સ્ટેપલ વાઇસ અથવા લેગ વાઇસ બતાવી છે. આ વાઇસ બે લીવર, એક ચોરસ આંટાનાં સ્ક્રુ અને નટની બનેલી છે. સ્ક્રુને એક છેડે ગોળા માથું બનાવી તેમાં વેહ પાડેલો છે જે વેહમાં લીવર-હેન્ડલ (હાથો) ખાસેલો છે. પકડવાના દાગીના O ને બે જડખાં JJ વચ્ચે મુકવામાં આવે છે. હાથા (લીવર-હેન્ડલ) Hને ફેરવવાથી સ્ક્રુ તેની લાંબી નટની અંદર ધુસે છે, તેથી તે સ્ક્રુનાં

આમાં આગળની ફેલેજની મદદ વડે બહારનાં ખસી શકે એવાં (મુવએબલ) જડામાં તે દાગીના ઉપર આગળ દબાવે છે. આ જડાનું એક લીવર છે જેનું ફલક્રમ મીજગરાં F આગળ છે, તેટલા માટે દાગીના O



આકૃતિ ૭૪

છે. એક ઉભા ટેકવનારા પગ વડે સ્થાઈ જડાને જમીન સુધી લંબાવેલું હોય છે.

ધારો કે,  $P$  = લીવર-હેન્ડલને છેડે લાગુ પાડેલું જોર.

$Q$  = સ્ક્રુની ફેલેજ ઉપર  $S$  આગળ સ્ક્રુ વડે આપવામાં આવતું દબાણ.

$R$  = દાગીના  $O$  આગળ પકડવાનું જોર.

$l$  = હાથ  $H$ ની લંબાઈ.

$p$  = સ્ક્રુના પીચ.

ઉપર આવતું દબાણ સ્ક્રુની ફેલેજ અથવા કોલર ઉપર આવતાં દબાણ કરતાં ઓછું છે, અને તે  $SF$  :  $OF$ નાં પ્રમાણમાં છે. સ્થાઈ (fixed) અને ખસી શકે એવાં (moveable) જડાઓ વચ્ચે આપેલી એક વાળેલી ચપટી સ્પ્રીંગ આપેલી છે જે જ્યારે સ્ક્રુને ઉલટો ફેરવવામાં આવે ત્યારે ખસી શકે એવાં જડાને સ્થાઈ જડાથી દુર પોતાની મેળે હટાડે છે, અને આ પ્રમાણે હાથ વડે આ જડાને ખેંચ્યા વિના દાગીનાને પકડમાંથી છુટો કરી શકાય

ત્યારે હાથા Hના એક આંટા (turn)માં

P વડે થતું કામ =  $P \times 2 \pi l$ , અને તેટલાજ વખતમાં

Q ઉપર થતું કામ =  $Q \times p$ .

∴ કામના નિયમ પ્રમાણે—

$$P \times 2 \pi l = Q \times p$$

$$\therefore Q = \frac{P \times 2 \pi l}{p}$$

પગ મોમેન્ટ (લીવર)ના નિયમ પ્રમાણે—

$$R \times FO = Q \times FS$$

$$\therefore R = \frac{Q \times FS}{FO}$$

Qની કિંમત મુકતાં—

$$R = \frac{P \times 2 \pi l \times FS}{FO}$$

દાખલો ૧૩—એક સ્ટેપલ વાઈસમાં ૧૫ ઈંચ લાંબા હાથા (લીવર-હેન્ડલ)ને છેડે એક માણસ ૧૨ પૌન્ડનું ભેર લાગુ પાડી એક દાગીનાને તેનાં જડાયાં વચ્ચે મજબુત પકડે છે. સ્ક્રુને દર ઈંચે ૫ આંટા છે. વાઈસને નીચે લાગે આપેલાં મીનગરાં (હીંજ hinge)થી સ્ક્રુનાં મધ્ય સુધીની લંબાઈ ૧૪ ઈંચ છે અને મીનગરાંથી જડાયાં સુધીની લંબાઈ ૧૮ ઈંચ છે, તો તે દાગીનો જડાયાં વચ્ચે કેટલાં ભેરથી પકડાયો હશે તે શોધો.

કામના નિયમ પ્રમાણે—

$$P \times 2 \pi l = Q \times p$$

$$૧૨ \times ૨ \times \frac{૨૨}{૭} \times ૧૫ = Q \times \frac{૧૪}{૭}$$

$$\therefore Q = \frac{૧૨ \times ૨ \times ૨૨ \times ૧૫ \times ૫}{૭} = \frac{૩૯૬૦૦}{૭} \text{ પૌન્ડ}$$

પણ મોમેન્ટના નિયમ પ્રમાણે—

$$R \times FO = Q \times FS$$

$$R \times ૧૮ = \frac{૩૯૬૦૦}{૭} \times ૧૪$$

$$\therefore R = \frac{૩૯૬૦૦ \times ૧૪}{૭ \times ૧૮} = ૪૪૦૦ \text{ પૌંડ}$$

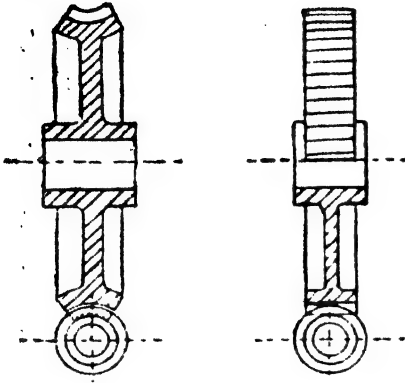
**એન્ડલેસ સ્ક્રુ (Endless Screw) અથવા વર્મ (Worm) અને વર્મ વ્હીલ (Worm Wheel)**—જે એક સાધારણ સ્ક્રુ જેના આંટાનું છેદચિત્ર (સેક્શન) સ્પર વ્હીલના દાંતાના આકારને મળતું આવતું હોય અને તેને એક વ્હીલ જેની રીમ ઉપરના દાંતા સ્ક્રુના આંટાના ઢાળના ખુણા જેટલા ઢળતા હોય તે સાથે ગીઅર કરવામાં આવે અને સ્ક્રુને આગળ ખસતો અટકાવી માત્ર ગોળ ફરતો રાખવામાં આવે, તો વ્હીલ પણ ફરશે, પરંતુ તેની ગતિ ધીમી થશે. આવી વ્યવસ્થામાં સ્ક્રુને વર્મ અથવા એન્ડલેસ (અનંત) સ્ક્રુ કહે છે (કારણકે ન્યાંસુધી વર્મ ફરતો રહે છે ત્યાં સુધી વ્હીલ ઉપર સ્ક્રુના આંટાનું કાર્ય ચાલુ રહે છે), અને વ્હીલને વર્મ વ્હીલ કહે છે. જે પ્રમાણે એક નટમાંના આંટા તેમાં બેસતા સ્ક્રુના આંટાને મળતા હોય છે તેજ પ્રમાણે વર્મ વ્હીલના દાંતાનો આકાર વર્મના આંટાને મળતો સર્પાકાર હોવો જોઈએ. વાસ્તવિક રીતે કહીએ તો વર્મ વ્હીલ એ વર્મ અથવા સ્ક્રુ માટેની નટ (ચાકી) છે; વર્મ વ્હીલના દાંતાના ઢાળમાં આ જણાઈ આવે છે, કારણકે જો વર્મ સવળા આંટાનો (સપ્લટ હેન્ડલ) હશે, તો વર્મ વ્હીલના દાંતા અવળા (લેફ્ટ હેન્ડલ) આંટાની દિશામાં ઢળતા હશે.

વર્મ અને વર્મ વ્હીલની મદદ વડે એક શાફ્ટ ઉપરથી તેને કાટખુણે આવતી બીજી શાફ્ટ ઉપર ગતિનું સંચારણ કરી શકાય છે, જે બન્ને શાફ્ટની મધ્ય રેખા (સેન્ટર લાઈન) એક બીજાને છેદે નહીં એમ હોવી જોઈએ અને તેની મદદ વડે ઘણું મોટું ગતિનું પ્રમાણ (વેલોસિટી રેરયો) મળી શકે છે.

આ પ્રમાણે જો વર્ષને એક આંટા હોય એટલે વર્ષ સીંગલ થ્રેડ (એકવડા આંટાવાળો) હોય, અને વર્ષ બ્હીલને  $n$  દાંતા હોય, તો વર્ષ  $n$  દરેક આંટા (રિવોલ્યુશન) દીઠ બ્હીલનો એક દાંતા ફરશે, અથવા તો બ્હીલ  $\frac{1}{n}$  આંટા ફરશે, તેટલા માટે વર્ષ બ્હીલને એક આંટા (રિવોલ્યુશન) ફેરવવા માટે વર્ષને  $n$  આંટા ફરવા જોઈશે. જો વર્ષ બેવડા આંટાવાળો (ડબલ થ્રેડ) હશે તો તેના દરેક આંટા (રિવોલ્યુશન) દીઠ બ્હીલના બે દાંતા ફરશે, એટલે વર્ષ બ્હીલ  $\frac{2}{n}$  આંટા ફરશે, તેટલા માટે વર્ષ બ્હીલને એક આંટા ફેરવવા માટે વર્ષને  $\frac{n}{2}$  આંટા ફરવા જોઈશે. જો વર્ષ ત્રેવડા આંટાવાળો (ત્રિપલ થ્રેડ) હશે, તો તેના દરેક આંટા (રિવોલ્યુશન) દીઠ બ્હીલના ત્રણ દાંતા ફરશે, એટલે વર્ષ બ્હીલ  $\frac{3}{n}$  આંટા ફરશે, તેટલા માટે વર્ષ બ્હીલને એક આંટા ફેરવવા માટે વર્ષને  $\frac{n}{3}$  આંટા ફરવા જોઈશે.

દાખલા તરીકે, ધારોકે વર્ષ બ્હીલને  $n = 30$  દાંતા છે, ત્યારે વર્ષ બ્હીલને એક આંટા ફેરવવા માટે એકવડા આંટાવાળા એટલે સીંગલ થ્રેડ વર્ષને ૩૦ વખત ફેરવવો પડશે. બેવડા આંટાવાળા એટલે ડબલ થ્રેડ વર્ષને વર્ષ બ્હીલના એક આંટા માટે  $30 = 15$  વખત ફેરવવો પડશે. તેજ પ્રમાણે ત્રેવડા આંટાવાળા એટલે ત્રિપલ થ્રેડ વર્ષને વર્ષ બ્હીલના એક આંટા માટે  $30 = 10$  વખત ફેરવવો પડશે. એ ઉપરથી માલમ પડશે કે વર્ષ બ્હીલના દાંતાની સંખ્યા  $n$  ને વર્ષમાંના આંટાની સંખ્યા વડે ભાગવાથી વર્ષ બ્હીલના એક આંટા (રિવોલ્યુશન) માટે વર્ષને ફરવા જોઈતા આંટાની સંખ્યા મળશે.

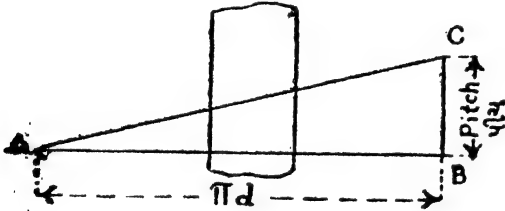
આકૃતિ ૭૫માં વર્ષ બ્હીલના બે આકારનાં છેદચિત્ર (સિક્શન) અંતર્યાં છે. પહેલી આકૃતિમાં વર્ષ બ્હીલની રીમને અને દાંતાઓ



આકૃતિ ૭૫

મોટી છે; પણ ખીજે આકાર બનાવવાને સહેલ છે.

આપેલા વર્મ માટે વર્મ બ્હીલના દાંતાનો સુગમ પડતો ખુણો જે પીચ લાઇન આગળ તેની રીમની બાજુઓ સાથે કરવો જોઈશે તે શોધવાની રીત નીચે પ્રમાણે છે:—



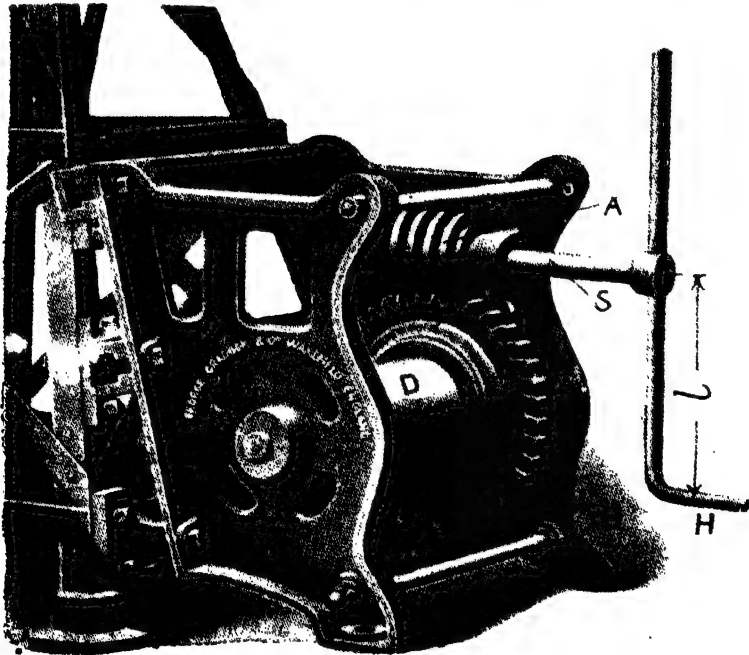
આકૃતિ ૭૬

લીટી વર્મ બ્હીલની ધારોને કાટખુણે આવવી જોઈએ. આ લીટી ઉપર એક લંબ લીટી (perpendicular) BC પીચ જેટલી લાંબી દોરો; A અને C જોડો; ત્યારે પીચ લાઇન આગળ દાંતાની ધારો માટેનો ખુણો લીટી AC આ શે, પછી ગમે તો વર્મ સીંગલ થ્રેડ (એક-વડા આંટાવાળો), ડબલ થ્રેડ (બેવડા આંટાવાળો), અથવા ગમે એટલા આંટાવાળો હોય. જો વર્મ લેફ્ટ હેન્ડેડ (અવળા આંટાનો) હોય તો BC લીટી AB લીટીની ઉપર દોરવી, અને જો વર્મ રાઈટ હેન્ડેડ (સવળા આંટાનો) હોય તો નીચે દોરવી.

વચ્ચેના ગાળાનાં તળીયાંને વર્મની ત્રિજ્યાને મળતી આવતી ત્રિજ્યાએ અંતર ગોળ બનાવેલાં છે. ખીજા આકૃતિમાં સાધારણ સ્પર બ્હીલની માફક વર્મ બ્હીલની રીમ સીધી છે. દાંતાઓને રીમ ઉપર વર્મના વ્યાસ અને પીચ ઉપર આધાર રાખી ઢળતા ગોઠવેલા છે. આ બે નમુના પૈકી પહેલો નમુનો ઉત્તમ છે, કારણકે લાગમાં આવતી સપાટી

આ ધ્યાનમાં રાખવું જોઈએ કે સીંગલ થ્રેડેડ વર્મ માટેનાં વર્મ વ્હીલનો પીચ વર્મના જેટલોજ હોવો જોઈએ. જ્યાં ડબલ થ્રેડેડ વર્મ વપરાય ત્યાં વર્મ વ્હીલનો પીચ માત્ર અર્ધો રાખવો, અને ત્રેબલ થ્રેડેડ વર્મ વપરાય તો વર્મના પીચ કરતાં વ્હીલના દાંતાનો પીચ  $\frac{2}{3}$  રાખવો.

વર્મ અને વર્મ વ્હીલ સાથની વિંચ અથવા કેબ (Worm and Worm-wheel geared Winch or Crab)—આકૃતિ ૭૭માં વર્નનો ઉપાડવા માટેના વિંચ અથવા કેબ સાથે રાઈટ હેન્ડેડ ( સવળા આંટાના ) વર્મ અને વર્મ વ્હીલનો ઉપયોગ કરેલો બતાવ્યો છે. એમાં જોર P લીવર-હેન્ડલ H ઉપર લાગુ પાડવામાં આવે છે. આ લીવર-હેન્ડલને શાફ્ટ S જે ઉપર વર્મ A ને ચાવી મારી સજ્જડ બેસાડેલું છે તે ઉપર સજ્જડ



આકૃતિ ૭૭



કરેલું છે. વર્મ A સાથે વર્મ બીલ B ગીઅર થાય છે, અને જે શાફ્ટ ઉપર વર્મ બીલ B ચાવી વડે સજ્જડ કરેલું છે તેજ શાફ્ટ ઉપર ખેરલ D બેસાડેલું છે.

યાંત્રિક લાલ એટલે મીકેનિકલ એડવાન્ટેજ નીચે પ્રમાણે જાણી શકાય:—

ધારોકે,  $l$  = લીવર-હેન્ડલ Hની લંબાઈ ઇંચમાં.

$n$  = વર્મ બીલમાં દાંતાની સંખ્યા.

$r$  = ખેરલ અથવા ડ્રમ Dની ત્રિજ્યા.

જો વર્મ સીંગલ ડ્રેડ (એકવડા આંટાવાળો) હોય તો ખેરલના એક આંટા માટે હેન્ડલ H ને  $n$  આંટા કરવા પડશે, અને તેટલા માટે ધર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં—

$$P \times 2 \pi l \times n = W \times 2 \pi r$$

$$\therefore \text{યાંત્રિક લાલ} = \frac{W}{P} = \frac{2 \pi l n}{2 \pi r} = \frac{l n}{r}$$

આ પરિણામ વ્યવહારમાં મળતા યાંત્રિક લાલ કરતાં ધણું વધારે છે, કારણ કે વર્મ અને વર્મ બીલનું કાર્યસાધકત્વ ધણું ઓછું હોય છે, અને વર્મ અને વર્મ બીલ સાથના કેમના દાખલામાં તે ૨૫થી ૩૦ જેટલું લેવામાં આવે છે. વર્મ અને વર્મ બીલનું કાર્યસાધકત્વ (એફીશીઅન્સી) ધણું કરીને આંટાના ખુણા ઉપર આધાર રાખે છે અને તે લગભગ ૨૫થી ૬૦ સુધી ફેરફાર થાય છે.

જો  $E$  = કાર્યસાધકત્વ એટલે એફીશીઅન્સી હોય તો ધર્ષણ ધ્યાનમાં લેતાં—

$$P \times 2 \pi l n \times E = W \times 2 \pi r$$

$$\therefore \text{યાંત્રિક લાલ} = \frac{W}{P} = \frac{2 \pi l n \times E}{2 \pi r} = \frac{l n \times E}{r}$$

જો વર્મને  $N$  આંટા હોય તો

$$P \times 2 \pi l \times \frac{n}{N} \times E = W \times 2 \pi r$$

$$\therefore \text{યાંત્રિક લાલ} = \frac{W}{P} = \frac{2 \pi l n \times E}{N \times 2 \pi r} = \frac{l n \times E}{N r}$$

જો વર્મ સીંગલ થ્રેડેડ હોય તો ધર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં ગતિનું

$$\text{પ્રમાણ} = \frac{P \text{ની ગતિ}}{W \text{ની ગતિ}} = \frac{2 \pi l n}{2 \pi r} = \frac{l n}{r},$$

અને જો વર્મને  $N$  આંટા હોય તો

$$\text{ગતિનું પ્રમાણ} = \frac{P \text{ની ગતિ}}{W \text{ની ગતિ}} = \frac{l n}{N r}.$$

જ્યારે દોરડાં અથવા સાંકળનો વ્યાસ આપવામાં આવ્યો હોય, ત્યારે ખેરલની ત્રિજ્યા  $r$  માં દોરડાંનો અર્ધ વ્યાસ ઉમેરવો, જેથી  $W$ નો લીવરેજ  $r + \frac{d}{2}$  થાય છે, એમાં  $d$  = દોરડાં અથવા સાંકળનો વ્યાસ છે.

આ ઉપરથી જણાશે કે સીંગલ થ્રેડેડ (એકવડા આંટાનો) વર્મ વ્યવહારિક રીતે એક દાંતાનાં પીનીઅનને મળતો છે; ડબલ થ્રેડેડ (બેવડા આંટાનો) વર્મ બે દાંતાનાં પીનીઅનને, ત્રેબલ થ્રેડેડ (ત્રેવડા આંટાનો) વર્મ ત્રણ દાંતાનાં પીનીઅનને, અને એ પ્રમાણે, મળતો છે; તેથી કેબના દાખલામાં જ્યારે વર્મ અને વર્મ બ્હીલ વપરાયાં હોય ત્યારે અગાઉ જે રીતે સ્પર બ્હીલવાળા કેબના દાખલા ગણ્યા તેજ પ્રમાણે ગણી શકાશે.

**દાખલો ૧૪**—એક વર્મ અને વર્મ બ્હીલવાળા કેબમાં વર્મ બ્હીલને ૬૦ દાંતા છે. ખેરલનો વ્યાસ ૧૦ ઇંચ છે, અને હાથાની લંબાઈ ૧૮ ઇંચ છે. વર્મ સીંગલ થ્રેડેડ (એકવડા આંટાવાળો) છે, અને કેબનું કાર્યસાધકત્વ એટલે એપ્રીશીઅન્સી ૨૫ છે, તો (૧)  $P$  અને  $W$  વચ્ચેનું પ્રમાણ શોધો; (૨)  $P$ ની ગતિ અને  $W$ ની ગતિ વચ્ચેનું પ્રમાણ શોધો; (૩) જો  $P$  ૨૦ પાંડ હોય તો  $W$  કેટલો; અને (૪) જો  $W$  ૨ ટન હોય તો  $P$  કેટલો તે શોધો.

$$(૧) P \times 2 \pi l \times \frac{n}{N} \times E = W \times 2 \pi r$$

$$\therefore \frac{W}{P} = \frac{l \times n \times E}{N \times r}$$

$$= \frac{૧૮ \times ૬૦ \times ૨૫}{૧ \times ૫ \times ૧૦૦} = ૫૪$$

$$\therefore P : W :: ૧ : ૫૪$$

$$(૨) P \times Pની ગતિ \times E = W \times Wની ગતિ$$

$$૧ \times Pની ગતિ \times \frac{૨૫}{૧૦૦} = ૫૪ \times Wની ગતિ$$

જે, Wની ગતિ = ૧ લઈએ, તો

$$૧ \times Pની ગતિ \times \frac{૨૫}{૧૦૦} = ૫૪ \times ૧$$

$$\therefore Pની ગતિ = \frac{૫૪ \times ૧ \times ૧૦૦}{૨૫}$$

$$= ૨૧૬$$

$$\therefore Pની ગતિ : W ગતિ :: ૨૧૬ : ૧$$

$$(૩) ૨૦ \times ૨ \pi \times ૧૮ \times \frac{૬૦}{૬} \times \frac{૨૫}{૧૦૦} = W \times ૨ \pi \times ૫$$

$$\therefore W = \frac{૨૦ \times ૧૮ \times ૬૦ \times ૨૫}{૧ \times ૧૦૦ \times ૫} = ૧૦૮૦ પૌંડ$$

$$(૪) P \times ૨ \pi \times ૧૮ \times \frac{૬૦}{૬} \times \frac{૨૫}{૧૦૦} = ૨ \times ૨૨૪૦ \times ૨ \pi \times ૫$$

$$\therefore P = \frac{૨ \times ૨૨૪૦ \times ૫ \times ૧ \times ૧૦૦}{૧૮ \times ૬૦ \times ૨૫} = ૮૨.૯૬ પૌંડ$$

**દાખલો ૧૫**—એક વર્ષ અને વર્ષ બ્હીલવાળા કેબમાં વર્ષ બ્હીલને ૮૦ દાંતા છે, વર્ષ ડબલ થ્રેડેડ (બેવડા આંટાવાળો) છે, હાથાની લંબાઈ ૧૬ ઇંચ છે, અને બેરલનો વ્યાસ ૮ ઇંચ છે. જે કેબનું કાર્યસાધકત્વ (એફીશીઅન્સી) ૨૫ હોય, તો ૩ ટનનું વજન ઉપાડવા માટે કેટલું જોર જોઈશે તે શોધો.

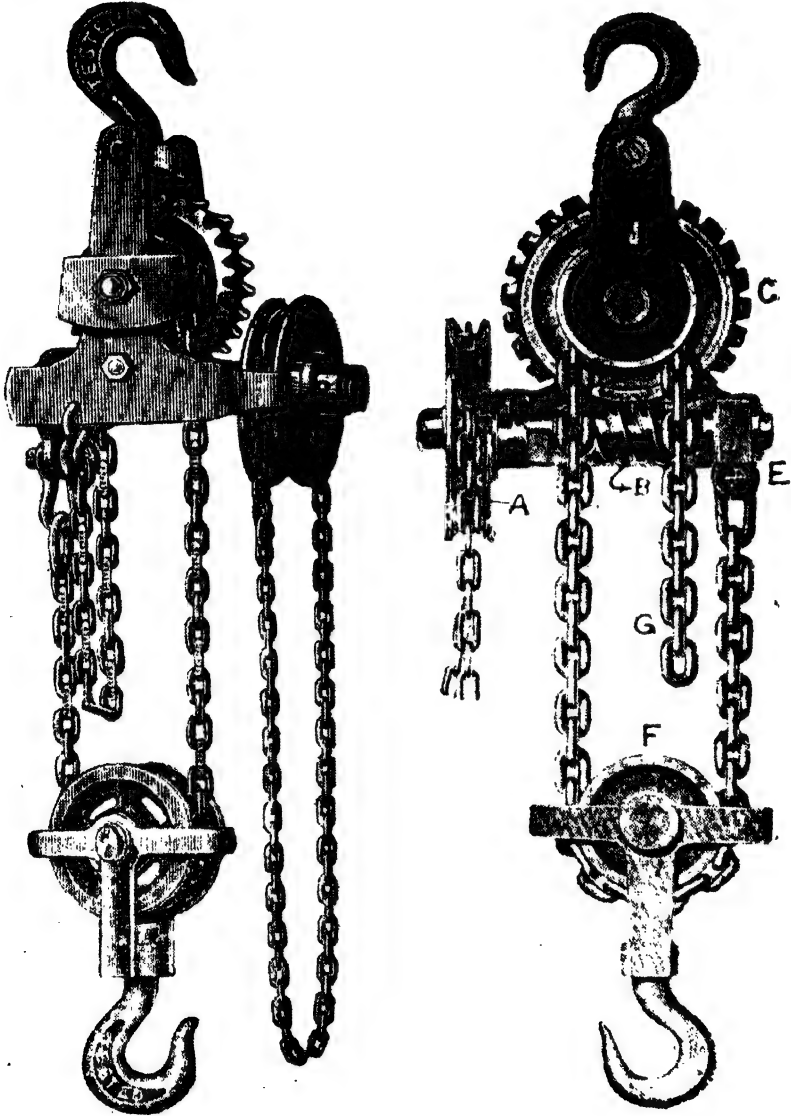
$$P \times ૨ \pi l \times \frac{n}{N} \times E = W \times ૨ \pi r$$

$$P \times ૧૬ \times \frac{૮૦}{૬} \times \frac{૨૫}{૧૦૦} = ૩ \times ૨૨૪૦ \times ૪$$

$$\therefore P = \frac{૩ \times ૨૨૪૦ \times ૪ \times ૨ \times ૧૦૦}{૧૬ \times ૮૦ \times ૨૫} = ૧૬૮ પૌંડ$$

**વર્ષ અને વર્ષ બ્હીલ ગીઅર્ડ પુલી-બ્લોક ટેકલ**—  
ઉપાડેલું વજન નીચે સરી આવવાની ધાસ્તી વિના વજનો ઉપાડવા માટે જેમ વેસ્ટ-ન્સ ડીફરેન્શીઅલ પુલી-બ્લોક વપરાય છે તેવાંજ કામ માટેના પુલી-બ્લોકના સંબંધમાં વર્ષ અને વર્ષ બ્હીલનો વ્યવહારિક ઉપયોગ આકૃતિ ૭૮માં બતાવ્યો છે. એમાં વર્ષ Bની ધરી (સ્પીન્ડલ)

ઉપર એક ચેન-વ્હીલ A ( chain-wheel ) ચાવીથી સબ્જેક્ટ કરેલું છે જે વ્હીલ ઉપરથી એક પાતળી અનંત (endless) સાંકળ



પસાર થાય છે. વર્ષ સાથે ગીઅર થતાં વર્ષ બ્હીલ Cને એક બીજી ચેન-પુલી અથવા ડ્રમ સાથે સંજ્ઞક કરેલું છે અથવા એકજ ટુકડે કાસ્ટ કરેલું છે. એક બીજી જાડી વજન ઉપાડવા માટેની સાંકળના એક છેડાને ઉપલા બ્લોકની ફ્રેમ સાથે E આગળ પીન વડે સંજ્ઞક બાંધી તેને સ્તેચ બ્લોક Fની નીચેથી પસાર કરવામાં આવે છે, અને ત્યાર પછી તેને ચેન-પુલી D ઉપરથી પસાર કરી તેનો છુટો છેડો G આગળ લટકતો રહે છે. ચેન-પુલી Dની રીમ એવા આકારની બનાવેલી છે કે જેથી તે ઉપરથી સાંકળ સરી જવા વિના તેના અંકોડા તે ચેન-પુલી ઉપર બેસી શકે. આ ટેકલને પણ આગળ વર્ણવેલી ફ્રેમનો નિયમ લાગુ પડે છે. વર્ષ સ્પીન્ડલ ઉપર બેસાડેલાં ચેન-બ્હીલ A ઉપરથી પસાર થતી પાતળી સાંકળ ઉપર જોર P લાગુ પાડી તે સાંકળને ખેંચવાથી વર્ષ ફરે છે, પરિણામે વર્ષ બ્હીલ અને તે સાથે જોડેલી અથવા એકજ ટુકડે કાસ્ટ કરેલી ચેન-પુલી અથવા ડ્રમ ધીમે ઝડપે ફરે છે, અને તે સાથે વજન ઉપાડનારી સાંકળ ફરે છે, જેથી વજન ધીમે ધીમે ઉપર ચઢે છે. આ રચનામાં વર્ષ અને વર્ષ બ્હીલ વડે મળતો યાંત્રિક લાભ અને સ્તેચ બ્લોક વડે મળતો યાંત્રિક લાભ એ બન્ને મળે છે.

ધારોકે, P = પાતળી સાંકળને ખેંચવા માટે તે ઉપર લાગુ પાડવામાં આવતું જોર પૌંડમાં.

W = સ્તેચ બ્લોકના ટુકડે ઉપરથી લટકાવેલું વજન પૌંડમાં.

R = વર્ષ સ્પીન્ડલ ઉપર ચાવીથી સંજ્ઞક કરેલાં ડ્રાઈવીંગ ચેન-બ્હીલ Aની ત્રિજ્યા ઇંચમાં.

r = વર્ષ બ્હીલ સાથે સંજ્ઞક કરેલી ડ્રીવન ચેન-પુલી અથવા ડ્રમની ત્રિજ્યા ઇંચમાં.

N = વર્ષ બ્હીલમાં દાંતાની સંખ્યા.

ત્યારે, કામના નિયમ પ્રમાણે વર્ષ બ્હીલ સાથે સંજ્ઞક કરેલી અથવા એકજ ટુકડે કાસ્ટ કરેલી ચેન-પુલીના એક આંદામાં Pની

## વર્મ અને વર્મ બહીલ ગીઅર્ડ પુલી-બ્લોક ૨૩૭

ગતિ =  $2\pi RN$ , અને તેટલાજ વખતમાં  $W$ ની ગતિ =  $\frac{2\pi r}{2}$ ,  
કારણ કે  $W$  બે દોરડાં વડે ટેકવાયેલો છે.

$$\therefore P \times 2\pi RN = W \times \frac{2\pi r}{2}$$

$$\therefore \text{યાંત્રિક લાભ} = \frac{W}{P} = \frac{2RN}{r}$$

ઉપર આપેલું પરિણામ વ્યવહારમાં મળતા યાંત્રિક લાભ કરતાં ઘણું વધારે છે, કારણકે ધર્ષણ અને સાંભળનાં તથા સ્નેચ બ્લોકનાં વજનને લીધે આ લીફ્ટીંગ ટેકલનું કાર્યસાધકત્વ (એફીશીઅન્સી) .૨૫ હોય છે. જો  $E =$  એફીશીઅન્સી હોય તો

$$P \times 2\pi RN \times E = W \times \frac{2\pi r}{2}$$

$$\therefore \text{યાંત્રિક લાભ} = \frac{W}{P} = \frac{2RNE}{r}$$

**દાખલો ૧૬**—એક વર્મ અને વર્મ બહીલ ગીઅર્ડ પુલી-બ્લોક લીફ્ટીંગ ટેકલમાં વર્મ સ્પીન્ડલ ઉપર બેસાડેલી ડ્રાઇવીંગ ચેન-પુલીનો વ્યાસ ૧૨ ઇંચ છે, વર્મ બહીલમાં દાંતાની સંખ્યા ૩૦ છે, અને તે સાથે જોડેલી ફીવન ચેન-પુલીનો વ્યાસ ૧૦ ઇંચ છે, તો ધર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં વર્મ શાફ્ટ ઉપરની ડ્રાઇવીંગ ચેન-પુલી ઉપરથી પસાર થતી પાતળી સાંકળ ઉપર લાગુ પાડેલાં ૧૦ પૌંડનાં જોર વડે સ્નેચ બ્લોક ઉપરથી લટકાવેલાં કેટલાં પૌંડનાં વજનને ઉપાડી શકાય ? જો આ ટેકલનું કાર્યસાધકત્વ (મોડ્યુલસ અથવા એફીશીઅન્સી) .૨૫ હોય, તો શું જવાબ આવશે ?

ધર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં—

$$P \times 2\pi RN = W \times \frac{2\pi r}{2}$$

$$\therefore PRN = \frac{W \times r}{2}$$

$$૧૦ \times ૬ \times ૩૦ = \frac{W \times ૫}{૨}$$

$$\therefore W = \frac{૨ \times ૧૦ \times ૬ \times ૩૦}{૫} = \underline{૭૨૦ \text{ પૌંડ}}$$

ધર્ષણ ધ્યાનમાં લેતાં—

$$PRNE = \frac{W \times ૧}{૨}$$

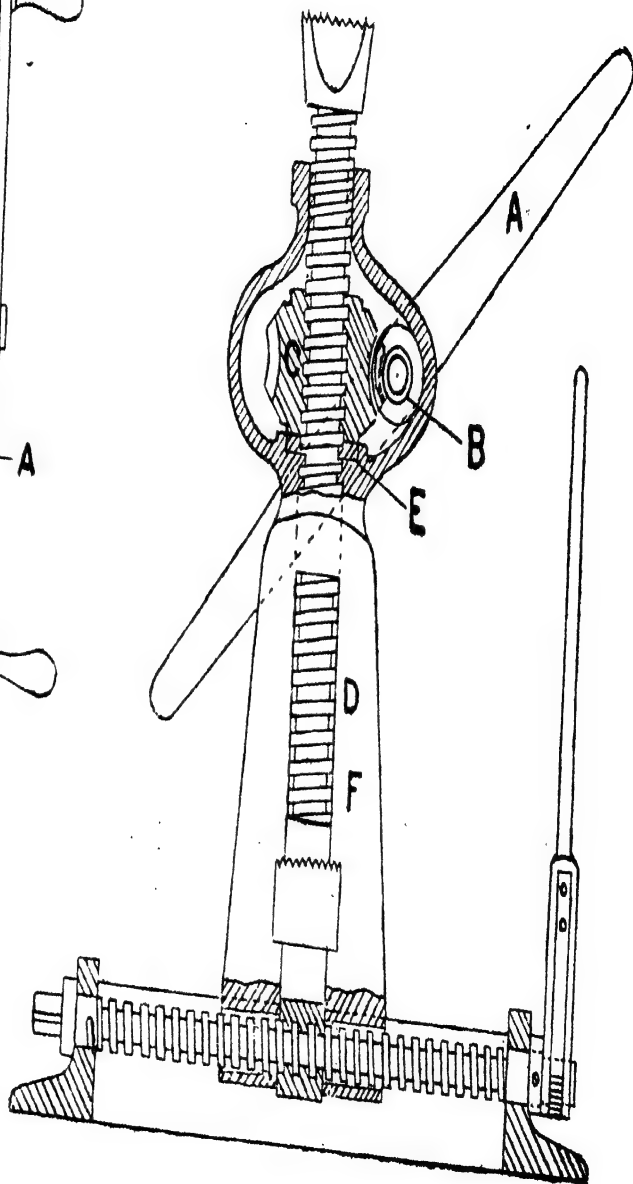
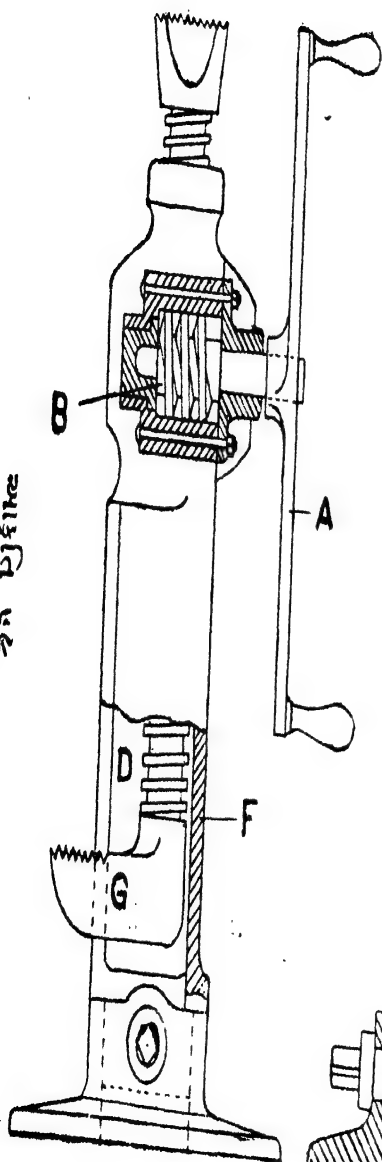
$$\frac{૧૦ \times ૬ \times ૩૦ \times ૨૫}{૧૦૦} = \frac{W \times ૫}{૨}$$

$$\therefore W = \frac{૨ \times ૧૦ \times ૬ \times ૩૦ \times ૨૫}{૧૦૦ \times ૫} = \underline{૧૮૦ \text{ પૌંડ}}$$

**વર્મ અને વર્મ વહીલનાં જોડાણ સાથેના સ્કુ-જેક—**

સાધારણ સ્કુ-જેકમાંના સ્કુ સાથેનાં સંબંધમાં વર્મ અને વર્મ વહીલ વાપરી શકાય છે, જે આકૃતિ ૭૯માં બતાવ્યું છે. લીવર-હેન્ડલ A ના છેડા ઉપર જોર P લાગુ પાડવામાં આવે છે. આ લીવર-હેન્ડલને એક શાફ્ટ જેનાં ઉપર વર્મ B ચાવીથી સંજોડ કરેલો છે, તેના છેડા ઉપર બેસાડેલું છે. વર્મ B ને વર્મ વહીલ C સાથે ગીઅર કરેલો છે. જેકનું અંગ (body) F ખીડનું બનાવેલું છે; ઘણીવાર એ અંગ F કંઠણ લાકડાંનું પણ બનાવવામાં આવે છે, અને તેમાં રાખેલા ગાળામાં વર્મ વહીલ C ફરે છે. E એક લોહાંનીપ્લેટ છે જે ઉપર દબાણ કાર્ય કરે છે. વર્મ વહીલ C ના બોસમાં આંટા કાપેલા છે જે સ્કુ D માટે નટ બની રહે છે. આ જેકમાં સ્કુ ગાળા કરતો નથી, પણ તે માત્ર ઉપર નીચે સરે છે. સ્કુના નીચેલા ભાગ ઉપર એક બહાર નીકળી આવતો ભાગ G બનાવેલો છે જે જમીનની નજદીક પડેલા ભારે દાગીના ઉપાડવા માટે ઉપયોગી થઈ પડે છે. લીવર-હેન્ડલ ઉપરથી વર્મ ઉપર અને સાંથી વર્મ વહીલ ઉપર ગતિનું સંચારણ થાય છે, અને હેન્ડલ જે દિશામાં ફેરવવામાં આવે તેને અનુસરીને સ્કુ ઉપર ચઢે છે અથવા નીચે ઉતરે છે.

Figure 2a





વર્ષ વહીલના એક આંટામાં વજન રકુના પીચ જેટલું ઉંચકાશે; પણ વર્ષ વહીલને એક આંટો ફેરવવા માટે જો વર્ષ સોગલ થ્રેડ (એકવડા આંટાવાળો) હશે તો વર્ષને વર્ષ વહીલના દાંતાની સંખ્યા  $n$  જેટલો એટલે  $n$  વખત ફેરવવો જોઈશે. જો વર્ષ ૩બલ થ્રેડ (ત્રેવડા આંટાવાળો) હશે તો  $\frac{n}{2}$  વખત, અને વર્ષ ૫બલ થ્રેડ (પેવડા આંટાવાળો) હશે તો  $\frac{n}{3}$  વખત અને એ પ્રમાણે આગળ ફેરવવો પડશે.

ધારો કે,  $l$  = લીવર-હેન્ડલ  $A$  ની લંબાઈ વર્ષ શાફ્ટનાં મધ્યથી હેન્ડલના કોઈપણ એક છેડા સુધીની ઈંચમાં.

$p$  = રકુનો પીચ ઈંચમાં.

$n$  = વર્ષ વહીલના દાંતાની સંખ્યા.

$N$  = વર્ષના આંટાની સંખ્યા.

ત્યારે, વર્ષ વહીલના એક આંટામાં—

$$P \text{ ની ગતિ } = \frac{2 \pi l n}{N}, \text{ અને}$$

$$W \text{ ની ગતિ } = p.$$

ધર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં કામના નિયમ પ્રમાણે—

$$P \times \frac{2 \pi l n}{N} = W \times p$$

$$\therefore \text{યાંત્રિક લાભ} = \frac{W}{P} = \frac{2 \pi l n}{N p}$$

જો  $E$  = જેકનું કાર્યસાધકતા (એફીશીઅન્સી) હોય, ત્યારે ધર્ષણ ધ્યાનમાં લેતાં—

$$P \times \frac{2 \pi l n}{N} \times E = W \times p$$

$$\therefore \text{યાંત્રિક લાભ ( મીકેનિકલ એડવાન્ટેજ ) } = \frac{W}{P} = \frac{2 \pi l n E}{N p}$$

**દાખલો ૧૭**—વર્મ અને વર્મ વ્હીલ સાથના એક સ્ક્રુ-જેકમાં વર્મ વ્હીલને ૧૦ દાંતા છે, અને તે ૩ ઇંચ પીચના સ્ક્રુની ચાકી મનેલી છે. આ વ્હીલ સાથે ૧૬ ઇંચ લાંબા લીવર વડે ચલાવવામાં આવતા એકવડા આંટાવાળા ( સીંગલ થ્રેડ ) એન્ડલેસ સ્ક્રુ (વર્મ)નું નેડાણ કરેલું છે. જો આ જેકનું કાર્યસાધકત્વ ૨૫ હોય, તો લીવરને છેડે ૧૫ પૌંડનું જોર લાગુ પાડી કેટલું વજન ઉંચકી શકાશે ?

$$P \times 2 \pi l \times \frac{n}{N} \times E = W \times p$$

$$15 \times 2 \times \frac{22}{7} \times 16 \times \frac{10}{1} \times \frac{25}{100} = W \times 3$$

$$\therefore W = \frac{15 \times 2 \times 22 \times 16 \times 10 \times 25 \times 8}{7 \times 1 \times 100 \times 3} = \underline{402.4 \text{ પૌંડ}}$$

**દાખલો ૧૮**—દાખલા ૧૭માં જો વર્મ એવડા આંટાવાળો (ડબલ થ્રેડ) હોય તો વજન કેટલું ઉંચકી શકાશે ?

$$P \times 2 \pi l \times \frac{n}{N} \times E = W \times p$$

$$15 \times 2 \times \frac{22}{7} \times 16 \times \frac{10}{2} \times \frac{25}{100} = W \times 3$$

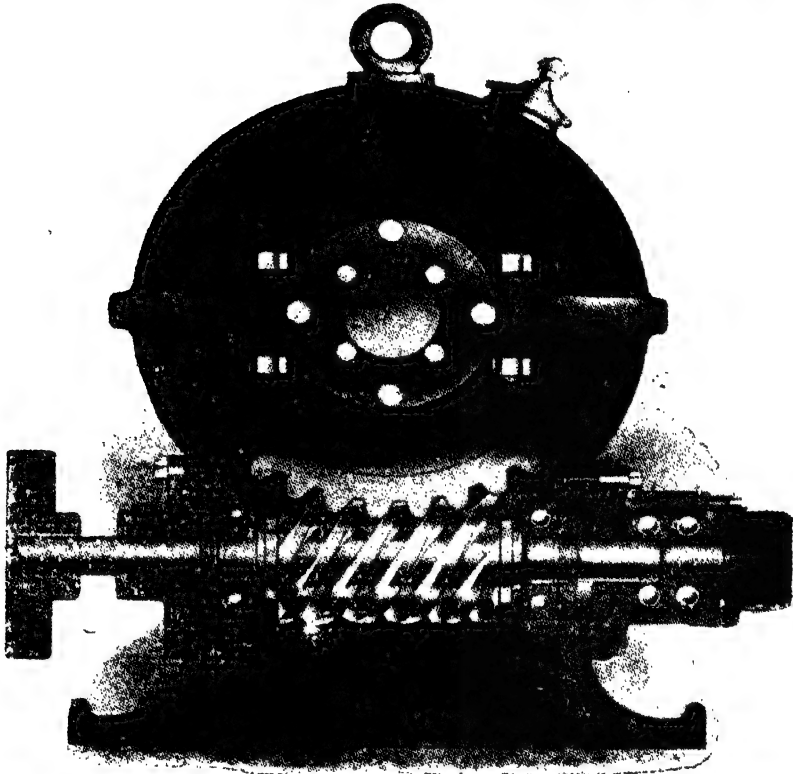
$$\therefore W = \frac{15 \times 2 \times 22 \times 16 \times 10 \times 25 \times 8}{7 \times 2 \times 100 \times 3} = \underline{201.2 \text{ પૌંડ}}$$

એટલે પહેલા કરતાં માત્ર અર્ધું વજન ઉંચકી શકાશે.

ઉંચ ગતિનું પ્રમાણ (high velocity ratio) મેળવવા માટે યંત્રોમાં વર્મ અને વર્મ વ્હીલ મોટે ભાગે વપરાય છે, અને તેમને લાગુ પડતા નિયમો આગળ સંપૂર્ણ રીતે સમજાયા છે. વળી તેઓ કેટલીક બાબતમાં શુદ્ધ વિભાગ પાડવા માટે વપરાય છે, દાખલા તરીકે, જેમ વ્હીલ કટીંગ મશીન, ડીવાઈડીંગ એન્જન, મેઝરીંગ મશીન, વિગેરેમાં વપરાય છે.

**વર્મ અને વર્મ વ્હીલ રીડ્યુસીંગ ગીઅર (Worm and Worm-wheel Reducing gear)**—આકૃતિ ૮૦માં વર્મ અને વર્મ વ્હીલ રીડ્યુસીંગ ગીઅર બતાવ્યું છે. વર્મ શાફ્ટ

સાથે કમ્પ્રેસિંગની મદદ વડે ઉંચ ઝડપે ચાલતાં એન્જિન અથવા ઇલેક્ટ્રીક મોટરની શાફ્ટ જોડવામાં આવે છે, અને વર્મ વ્હીલની શાફ્ટ સાથે ધીમી ઝડપે ચલાવવાના મશીનની શાફ્ટ જોડવામાં આવે છે.



આકૃતિ ૮૦

દાખલો ૧૮—દર મીનીટે ૧૨૦૦ આંટાની ઝડપે ફરતી એક ઇલેક્ટ્રીક મોટર વડે વર્મ અને વર્મ રીડ્યુસીંગ ગીઅરની મદદ વડે એક આમતેમ ચાલતા પમ્પ (Reciprocating pump)ને દર મીનીટે ૫૦ આંટાની ઝડપે ચલાવવો છે. જો આ રીડ્યુસીંગ ગીઅરમાં વર્મ એકવડા આંટાવાળો (સીંગલ થ્રેડ) હોય, તો વર્મ વ્હીલને કેટલા દાંતા જોઈશે, અને વર્મ બેવડા આંટાવાળો (ડબલ થ્રેડ) હોય, તો વર્મ વ્હીલને કેટલા દાંતા જોઈશે ?

## વર્મ અને વર્મ બ્હીલ રીડયુસીંગ ગીઅર ૨૪૩

વર્મ અને વર્મ બ્હીલ રીડયુસીંગ ગીઅર (વર્મ અને વર્મ બ્હીલ વડે ઝડપ ઓછી કરનારી રચના)માં વર્મ શાફ્ટને ઉચ્ચ ઝડપે ફરતી મોટર શાફ્ટ સાથે જોડવામાં આવે છે, અને વર્મ બ્હીલને ધીમી ઝડપે ચાલતી પમ્પ શાફ્ટ સાથે જોડવામાં આવે છે, તેટલા માટે આ રીડયુસીંગ ગીઅરમાં ગતિનું પ્રમાણ  $= \frac{1200}{300} = 4$  છે, એટલે જો વર્મ એકવડા આંટાવાળો હોય, તો વર્મ બ્હીલને એક આંટો ફેરવવા માટે વર્મ શાફ્ટને ૨૪ આંટા કરવા પડે છે.

પણ વર્મ બ્હીલના એક આંટા માટે વર્મને વર્મ બ્હીલના દાંતાની સંખ્યા  $n$  જેટલા આંટા કરવા પડે છે,

∴ વર્મ બ્હીલમાં દાંતાની સંખ્યા  $n = 24$  દાંતા

જો વર્મ ડબલ થ્રેડેડ એટલે બેવડા આંટાવાળો હોય, તો વર્મ બ્હીલમાં દાંતાની સંખ્યા  $= 48 = 12$  દાંતા

**દાખલો ૨૦**—દર મીનીટે ૮૫૦ આંટાની ઝડપે ચાલતું એક પેત્રાલ એન્જીન વર્મ અને વર્મ બ્હીલ રીડયુસીંગ ગીઅરની મદદ વડે એક મશીનને ધીમી ઝડપે ચલાવે છે. વર્મ બેવડા આંટાવાળો છે, અને વર્મ બ્હીલને ૩૪ દાંતા છે, તો આ મશીન દર મીનીટે કેટલા આંટાની ઝડપે ચાલતું હશે ?

વર્મ અને બ્હીલના એક આંટા માટે વર્મને  $\frac{n}{N} = \frac{48}{12} = 4$  આંટા ફરવા પડશે, એટલે જો એન્જીન ૧૭ આંટા ફેરવે, તો ચલાવવામાં આવતું મશીન એક આંટો ફરશે.

$$\begin{array}{ccc} \text{આંટા} & \text{આંટા} & \text{આંટા} \\ 17 & : & 450 : : 1 \end{array}$$

∴ દર મીનીટે મશીનની ઝડપ  $= \frac{450}{4} = 112.5$  આંટા

**દાખલો ૨૧**—એક મેઝરીંગ મશીન (બારીક અતિશુદ્ધ માપ લેવાનાં યંત્ર)માં હેડ સ્ટોકના સ્ક્રૂને એક ઇંચમાં ૨૫ આંટા (થ્રેડ) છે, અને તે ઉપરનાં વર્મ બ્હીલને ૧૬૦ દાંતા છે. વર્મ શાફ્ટ ઉપરનાં

હેન્ડ વ્હીલની રીમ ઉપર ૨૫૦ વિભાગોના કાપા પાડેલા છે, તો (૧) તેવા એક કાપા માટે હેડ સ્ટોકનો સ્પીન્ડલ કેટલો આગળ ચાલશે; વળી (૨) હેન્ડ વ્હીલના એક સંપૂર્ણ આંટા માટે કેટલો આગળ ચાલશે; અને (૩) વર્મ વ્હીલ અથવા સ્કુના એક આંટા માટે કેટલો ચાલશે?

(૧) હેન્ડ વ્હીલને એક કાપો ફેરવવામાં આવે તો હેન્ડ વ્હીલ એટલે વર્મ ફ્લૅટ આંટા ફરશે.

સ્કુના એટલે વર્મ વ્હીલના એક આંટામાં સ્કુ તેના પીચ જેટલો એટલે ફ્લૅટ ઇંચ જેટલો આગળ ચાલશે.

પણ વર્મ વ્હીલના એક આંટામાં વર્મ ૧૬૦ આંટા ફરશે, માટે વર્મના આંટા વર્મનો આંટા

$$૧૬૦ : ફ્લૅટ :: ફ્લૅટ''$$

$$\therefore \text{એક કાપા માટે સ્પીન્ડલની ચાલ} = ફ્લૅટ \times ફ્લૅટ \times ૧૬૦ \\ = \frac{૧}{૧૦૦૦૦૦૦} \text{ ઇંચ}$$

(૨) આંટા આંટા ઇંચ

$$ફ્લૅટ : ૧ :: \frac{૧}{૧૦૦૦૦૦૦}$$

$\therefore$  હેન્ડ વ્હીલના એક આંટા માટે સ્પીન્ડલની ચાલ =

$$\frac{૧ \times ૨૫૦}{૧૦૦૦૦૦૦} = \frac{૧}{૪૦૦૦} \text{ ઇંચ}$$

(૩) વર્મ વ્હીલ અથવા સ્કુના એક આંટા (રેવોલ્યુશન) માટે સ્પીન્ડલ સ્કુના પીચ જેટલો એટલે ફ્લૅટ ઇંચ જેટલો આગળ ચાલશે.

**દાખલો ૨૨**—એક ડીલીંગ મશીનની ટેબલને ઉપર નીચે લાવવા માટે રેક અને પીનીઅનનાં સંબંધમાં વર્મ અને વર્મ વ્હીલનો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો છે. વર્મ શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલા હાથાની લંબાઈ ૧૪ ઇંચ છે; વર્મ બેવડા આંટાવાળો છે; વર્મ વ્હીલને ૪૦ દાંતા છે જેને ૪ ઇંચ વ્યાસનાં પીચ વર્તુલ (સર્કલ)વાળા રેક-

## વર્મ અને વર્મ વ્હીલ રીડ્યુસીંગ ગીઅર ૨૪૫

પીનીઅનની શાફ્ટ ઉપર સજ્જડ કરેલું છે. જે લાગુ પાડેલા કામના ૫૫ ટકા ધર્ષણમાં વ્યર્થ જાય, તો હાથાને છેડે ૧૫ પૌંડનું જોર લાગુ પાડી ટેબલ ઉપર કેટલાં વજનનો દાગીનો ટેકવી શકાય? ટેબલનું પોતાનું વજન ૬ હંડ્રેડવેટ છે.

કુલ વજન = દાગીનાનું વજન  $W$  + ટેબલનું વજન  $w$ .

રેક-પીનીઅનના એક આંટામાં કુલ વજન  $(W + w)$ ની ગતિ =  $2 \pi r$  છે,

અને તેટલાજ વખતમાં  $P$ ની ગતિ =  $2 \pi l \times \frac{n}{N}$ ,

∴ કામના નિયમ પ્રમાણે—

$$P \times 2 \pi l \times \frac{n}{N} \times E = (W + w) \times 2 \pi r$$

$$૧૫ \times ૧૪ \times ૪૦ \times \frac{૪૫}{૧૦૦} = (W + ૬૭૨) \times ૨$$

$$\therefore W + ૬૭૨ = \frac{૧૫ \times ૧૪ \times ૪૦ \times ૪૫}{૨ \times ૧૦૦ \times ૨}$$

$$W + ૬૭૨ = ૮૪૫$$

$$\therefore W = ૮૪૫ - ૬૭૨ = ૨૭૩ \text{ પૌંડ}$$

**દાખલો ૨૩—**એક વ્હીલ કટીંગ મશીન (ચક્કરોના દાંતા કાપવાનું યંત્ર)માં વિલક્ત કરનારાં ચક્કર (ડીવાઇડીંગ વ્હીલ) ને ૨૪૦ દાંતા છે. એક દાંતાનું ચક્કર (સ્પર વ્હીલ) વર્મ શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલું છે, જેની સાથે હાથાની શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલું બીજું દાંતાનું ચક્કર (સ્પર વ્હીલ) ગીઅર થાય છે. વ્હીલનાં બ્લેંક (wheel blank એટલે દાંતા કાપ્યા વિનાનું ચક્કર) ઉપર ૧૬૦ દાંતા કાપવાના છે, તો દરેક કાપવાના દાંતા માટે હેન્ડલ શાફ્ટને એક આંટો ફેરવવા માટે કયાં ચક્કરો વાપરવાં જોઈશે?

વ્હીલ કટીંગ મશીનમાં ડીવાઇડીંગ વ્હીલ તરીકે વર્મ વ્હીલ વપરાય છે, અને તેને વર્મ સાથે ગીઅર કરેલું હોય છે. ડીવાઇડીંગ વ્હીલની ધરી ઉપર બ્લેંક (જે ચક્કર ઉપર દાંતા કાપવાના છે તે) ને બેસાડવામાં આવે છે.

વર્મ શાફ્ટ ઉપર એક ચેન્જ વ્હીલ ( અદલબદલ કરી શકાતું દાંતાનું ચક્કર ) F બેસાડવામાં આવે છે, અને તે સાથે ગીઅર થતાં ચેન્જ વ્હીલ Dને હેન્ડલ શાફ્ટ ઉપર બેસાડવામાં આવે છે. હેન્ડલને ફેરવવાથી વ્હીલ D ઉપરથી વ્હીલ F ઉપર અને ત્યાંથી વર્મ ઉપરથી ડીવાઇડીંગ વ્હીલને ગતિ મળે છે.

ડીવાઇડીંગ વ્હીલને અથવા જે વ્હીલ ઉપર ૧૬૦ દાંતા કાપવાના છે તે વ્હીલને એક આંટા ફેરવવા માટે વર્મને ૨૪૦ આંટા ફેરવવા પડશે.

જે વ્હીલ ઉપર ૧૬૦ દાંતા કાપવાના છે તેને એક પીચ જેટલું એટલે  $\frac{1}{2}$  આંટા ફેરવવા માટે વર્મને કરવા જોઈતા આંટાની સંખ્યા શોધવા માટે—

જલેકનો આંટા      જલેકનો આંટા      વર્મના આંટા

$$\therefore \frac{1}{2} \text{ વર્મને કરવા જોઈતા આંટા} = \frac{1}{2} \times 240$$

પણ હેન્ડલ શાફ્ટને એક આંટા ફેરવવાથી જલેક તેના દાંતાના પીચ જેટલું એટલે  $\frac{1}{2}$  આંટા જેટલું ફરવું જોઈએ; તેમ કરવા માટે દાંતાનાં ચક્કરો નીચે પ્રમાણે શોધી શકાય:—

ધારોકે, D = હેન્ડલ શાફ્ટ ઉપરનાં વ્હીલ Dમાં દાંતાની સંખ્યા.

F = વર્મ શાફ્ટ ઉપરનાં વ્હીલ Fમાં દાંતાની સંખ્યા.

ત્યારે, Dના દાંતા  $\times$  તેના આંટા = Fના દાંતા  $\times$  તેના આંટા

$$D \times \frac{1}{2} = F \times \frac{1}{2}$$

$$\therefore 160 D = 240 F$$

$$\therefore \frac{D}{F} = \frac{240}{160} = \frac{3}{2} \times \frac{10}{10}$$

$$\therefore \frac{D}{F} = \frac{30}{20}$$

એટલે, હેન્ડલ શાફ્ટ ઉપર ૩૦ દાંતાનું અને વર્મ શાફ્ટ ઉપર ૨૦ દાંતાનું ચક્કર જોઈશે.

**દાખલો ૨૪**—એક ડ્રીલીંગ મશીનમાં વેહ પાડવાનાં ઓળર (ડ્રીલ drill) ને પોતાની મેળેની ચાલ (સેલ્ફ-એક્ટીંગ શીડ) આપવા

## વર્ષ અને વર્ષ બહીલ રીડયુસીંગ ગીઅર ૨૪૭

માટે દાંતાનાં ચક્કરોની જોડીનાં સંબંધમાં વર્ષ અને વર્ષ બહીલની રચના પુરી પાડેલી છે. આ ડીલીંગ મશીન દર મીનીટ ૧૪૪ આંટા ફરે છે અને વર્ષ શાફ્ટને પણ તેટલીજ ઝડપે ચલાવવામાં આવે છે. વર્ષ બહીલને ૨૪ દાંતા છે, અને વર્ષ બહીલની શાફ્ટ ઉપર ૩૫ દાંતાનું ચક્કર (સ્પર બહીલ) બેસાડેલું છે જે ૭૦ દાંતાનાં બહીલ સાથે ગીઅર થાય છે. આ છેલ્લાં બહીલને ડ્રીલને શીડ (વેહમાં નીચે દબાવવાની ચાલ) આપનારા શીડ-સ્ક્રુ ઉપર બેસાડેલી નટ સાથે સળંગડ કરેલું છે. આ શીડ-સ્ક્રુ સ્પીન્ડલ સહિત માત્ર ઉપર ચઢી શકે છે અથવા નીચે ઉતરી શકે છે. શીડ-સ્ક્રુનો પીચ  $\frac{1}{8}$  ઇંચ છે, તો (૧) મશીનના એક આંટામાં ડ્રીલને શીડ કેટલી મળશે એટલે ડીલ કેટલું નીચે ઉતરશે, અને (૨) એક મીનીટમાં શીડ કેટલી મળશે?

(૧) વર્ષના એક આંટામાં વર્ષ બહીલ  $\frac{1}{8}$  આંટો ફરશે અને તેથી વર્ષ બહીલની શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલું ૩૫ દાંતાનું બહીલ પણ  $\frac{1}{8}$  આંટો ફરશે.

જા ૩૫ દાંતાવાળું બહીલ એક આંટો ફરે તો ૭૦ દાંતાવાળું બહીલ  $\frac{70}{35} = 2$  આંટો ફરશે, ત્યારે

$$1 : \frac{1}{8} :: 2$$

∴ વર્ષના એટલે મશીનના એક આંટામાં ૭૦ દાંતાનાં બહીલના આંટા  $= \frac{1}{8} \times 2 = \frac{1}{4}$  આંટો

પણ ૭૦ દાંતાનાં બહીલના એક આંટામાં શીડ-સ્ક્રુ તેના પીચ જેટલો એટલે  $\frac{1}{8}$  ઇંચ જેટલો નીચે ઉતરશે, ત્યારે

$$\begin{array}{ccc} \text{આંટો} & & \text{આંટો} \\ 1 & : & \frac{1}{4} :: \frac{1}{8} \\ \therefore \text{વર્ષ અથવા ડીલીંગ મશીનના એક આંટામાં શીડ} & = & \frac{1}{4} \times \frac{1}{8} \\ & & = \frac{1}{32} \text{ શીડ} \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} \text{આંટો} & & \text{આંટો} \\ (2) & 1 & : & 144 :: \frac{1}{32} \\ \therefore \text{એક મીનીટમાં ડ્રીલની શીડ} & = & \frac{144}{32} = \frac{9}{2} \end{array}$$



## એકસર્સાઈઝ ૯મી

૧. એક પ્લેનીંગ મશીનની ટેબલને ૨૩ ઇંચ વ્યાસના અને ૧ ઇંચના બેવડા આંટાવાળા (ડબલ ટ્રેડેડ) સ્ક્રુ વડે ચલાવવામાં આવે છે. સ્ક્રુ ઉપર બેસાડેલી પુલી વડે સ્ક્રુને દર મીનીટે ૧૦૦ આંટાની ઝડપે ફેરવવામાં આવે છે, તો ૧૨ સેકન્ડમાં ટેબલ કેટલી આગળ ચાલશે ?

૨. એક સ્ક્રુ દર મીનીટે ૨૦ ફુટની ઝડપે એક સ્લાઇડને ચલાવે છે. જો સ્ક્રુ દર મીનીટે ૨૪૦ આંટા ફેરે, તો તેનો પીચ કેટલો હશે ?

૩. એક બ્હીલ કટીંગ મશીન (ચક્કરોના દાંતા કાપવા માટેનાં ચંત્ર)માં ૧૬ ઇંચ પીચના દાંતાવાળો રેક કાપવાનો છે. રેકને ૩ ઇંચ પીચના સ્ક્રુ વડે ચલાવવામાં આવતી સ્લાઇડ ઉપર સજ્જડ કરેલો છે, તો રેકને જોઈતો પીચ આપવા માટે સ્ક્રુને કેટલા આંટા ફેરવવા પડશે ?

૪. એક પ્લેનીંગ મશીનમાં ૩ ઇંચ પીચના બેવડા આંટાવાળા સ્ક્રુની મદદ વડે ટુલ-હોલ્ડર (ઓબ્જેક્ટ પકડનાર ભાગ) આડી (ક્રોસ) સ્લાઇડ ઉપર ચલાવવામાં આવે છે. આ સ્ક્રુને છેડે ૨૪ દાંતાનું રેચેટ બ્હીલ ચાવીથી સજ્જડ બેસાડેલું છે, જે રેચેટ બ્હીલને ટુલની જોઈતી શીડનાં પ્રમાણમાં એક પોલ (pawl) વડે એકાં વેળાએ એક અથવા એકથી વધુ દાંતાઓ ફેરવવામાં આવે છે, તો રેચેટ બ્હીલના વખતો વખત ૧ થી ૪ દાંતા પોલ વડે ફેરવવાથી ટુલને મળતી શીડ શોધો.

૫. ૩ની કાચી ગાંસડી બાંધવાના એક સ્ક્રુ-પ્રેસમાં સ્ક્રુ ઉપર બેસાડેલાં ૮ ફુટ ૨ ઇંચ લાંબાં લીવરને છેડે ૪૫ પૌંડનું જોર લાગુ પાડવામાં આવે છે. જો સ્ક્રુનો પીચ ૧૬ ઇંચ હોય, તો દબાવવા માટે મુકેલી ૩ની ગાંસડી ઉપર કેટલું દબાણ આવશે ? જો જોરના

૬૦ ટકા ધર્ષણમાં વ્યર્થ જાય, તો આ દયાળુ મેળવવા માટે લીવરને છેડે કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈશે ?

૬. એક સ્કુ-પ્રેસમાં સ્કુનો પીચ  $\frac{1}{2}$  ઇંચ છે, અને હાથાની લંબાઈ ૨૦ ઇંચ છે. જો પદાર્થને દબાવવા માટે ૨૬૪૦ પૌંડનું દબાણ જોઈતું હોય, તો હાથાને દરેક છેડે કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈશે ? જો આ પ્રેસનું કાર્યસાધકત્વ (એફીશીઅન્સી) ૩૦ ટકા હોય, તો આ જોર વડે પદાર્થ ઉપર કેટલું દબાણ આવશે ?

૭. એક ઇંચ પીચનો બેવડા આંટાવાળો સ્કુ ૫ ટનનું વજન ઉપાડવા માટે વપરાયો છે. સ્કુને ૧૫ ઇંચની કાર્યસાધક ત્રિજ્યાવાળાં દાંતાનાં ચક્કરની મદદ વડે ફેરવવામાં આવે છે. જો ધર્ષણમાં ૫૦ ટકા વ્યર્થ જાય, તો દાંતા ઉપર પીચ વર્તુલને સ્પર્શ રેખાએ (ટેન્જેન્શીઅલ) જોઈતું દબાણ શોધો.

૮. એક સ્કુ-જેકમાં સ્કુનો પીચ ૧ ઇંચ છે, અને લીવરની લંબાઈ ૧૬ ઇંચ છે, તો ૨ ટનનું વજન ઉપાડવા માટે લીવરને છેડે કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈશે? જો જેકનું કાર્યસાધકત્વ (એફીશીઅન્સી) ૩૦ હોય, તો કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈશે ?

૯. એક સાધારણ ક્રોપીંગ-પ્રેસમાં મળતો યાંત્રિક લાભ (મીકેનીકલ એડવાન્ટેજ) ૩૫ છે. જો સ્કુ  $\frac{1}{2}$  ઇંચ પીચનો બેવડા આંટાવાળો હોય, તો તેમાં લીવરની લંબાઈ કેટલી હશે ?

૧૦. એક સ્કુ-જેકમાં સ્કુને દર ઇંચે ૪ આંટા છે, અને તેનું કાર્યસાધકત્વ ૩૫ ટકા છે, તો ૧૧ ટનનું વજન ઉપાડવા માટે સ્કુ ઉપર કેટલો ટર્નીંગ મોમેન્ટ (turning moment) લાગુ પાડવો જોઈશે તે ઇંચ-ટનમાં શોધો.

૧૧. એક સાધારણ સ્કુ-જેકની બનાવટનું આકૃતિ સાથે જ્યાન કરો. જો આ સ્કુ-જેક વડે ૨૦ ઇંચ લાંબાં લીવરને છેડે ૨૫ પૌંડનું જોર લાગુ પાડી ૨૨૦૦ ટનનું વજન ઉપાડવામાં આવે, તો તેમાં સ્કુનો પીચ કેટલો હશે ? જેકનું કાર્યસાધકત્વ (એફીશીઅન્સી) ૩૫ ટકા છે.

૧૨. એક સ્ટેપલ બેચ વાઇસ (Staple Bench Vice)માં ૨૦ ઇંચ લાંબાં લીવરને છેડે એક માલુસ ૨૫ પૌંડનું જોર લાગુ પાડી એક દાગીનાને તેનાં જડામાં વચ્ચે મજબુત પકડે છે. સ્ક્રુને દર ઇંચ દીઠ ૪ આંટા છે. વાઇસને નીચલે છેડે આપેલાં મીળગરાં (હીંગ hinge)થી સ્ક્રુનાં મધ્ય સુધીની લંબાઈ ૨૪ ઇંચ છે, અને મીળગરાંથી જડામાં સુધીની લંબાઈ ૩૦ ઇંચ છે, તો તે દાગીનો જડામાં વચ્ચે કેટલાં જોરથી પકડાયો હશે?

૧૩. એક સ્ક્રુ-જેકમાં સ્ક્રુનો પીચ  $\frac{3}{8}$  ઇંચ છે, લીવર-હેન્ડલની લંબાઈ ૨૧ ઇંચ છે, તો ધર્ષણ ધ્યાનમાં ન લેતાં લીવરને છેડે ૧૫ પૌંડનું જોર લાગુ પાડી કેટલું વજન ઉપાડી શકશે? જો જેકનું કાર્યસાધકત્વ (એફીશીઅન્સી) ૩૦ ટકા હોય, તો એટલુંજ વજન ઉપાડવા માટે લીવરને છેડે કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈશે?

૧૪. બે આગગાડીના ડબ્બા જોડવા માટે સાધારણ રીતે વપરાતી સ્ક્રુ-કમ્પ્લીંગની આકૃતિ દોરો અને સંયુક્ત સ્ક્રુઓનું કાર્ય સમજાવો. જો આવી કમ્પ્લીંગમાં દરેક સ્ક્રુનો પીચ  $\frac{3}{8}$  ઇંચ હોય અને સ્ક્રુની ધરી (axis)થી દડાના મધ્ય સુધીની હાથાની લંબાઈ ૧૨ ઇંચ હોય, તો હાથાને છેડે દડા ઉપર ૫૦ પૌંડનું જોર લાગુ પાડવાથી ડબ્બાઓ અકેકની નજદીક કેટલાં જોરથી ખેંચાશે?

૧૫. નહેરમાં પાણીને દાખલ અને બંધ કરવા માટેના સ્લુસ ગેટને તે સાથે જોડેલા  $\frac{1}{4}$  ઇંચ પીચના સ્ક્રુ વડે ઉપાડવામાં આવે છે. ૪૦ દાંતાનું એક બેવલ વ્હીલ જે સ્ક્રુની નટ બને છે તેને ૩૦ દાંતાનાં બીજાં બેવલ વ્હીલ સાથે ગીઅર કરેલું છે. આ ૩૦ દાંતાનું બેવલ વ્હીલ જે શાફ્ટ ઉપર આવી મારી બેસાડેલું છે તેજ શાફ્ટને છેડે ૨૧ ઇંચ લાંબો હાથો સજ્જડ કરેલો છે. જો આ રચનાનું કાર્યસાધકત્વ (એફીશીઅન્સી) ૨૫ હોય, તો (૧) P અને W વચ્ચેનું પ્રમાણ નક્કી કરો; (૨) જો લીવરને છેડે ૨૫ પૌંડનું જોર લાગુ પાડવામાં આવે,

તો તે સ્લુસ ગેટનું વજન કેટલું હશે; (૩) જો સ્લુસ ગેટનું વજન ૧૩૬ ટન હોય, તો તેને ઉપાડવા માટે હાથાને છેડે કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈશે ?

૧૬. એક પ્લેનીંગ મશીનમાં ટેબલ અને તે ઉપર મુકેલા દાગીનાની ગતિને નડતો અવરોધ ધર્યા સુધાં ૪૫ છે, ટેબલને ચલાવનારા સ્ક્રુનો પીચ ૨ ઇંચ છે, અને પુલી ઉપર મળી શકતું પટાનું ખેંચાણ ૨૪૦ પૌંડ છે. પુલીઓનો વ્યાસ ૧૪ ઇંચ છે. જો ટેબલનું વજન ૧૨૦૦ પૌંડ હોય અને દાગીનાનું વજન ૪૨૦ પૌંડ હોય, તો દાગીના ઉપર કાપ લેતી વેળાએ કાપને નડતો અવરોધ કેટલો હશે તે શોધો.

૧૭. એક સ્ક્રુ-જેકમાં વજનને ૧૨ ઇંચની ઉંચાઈએ ઉંચકવા માટે સ્ક્રુને ૨૦ આંટા (turns) ફેરવવા પડે છે, અને જે હાથાને છેડે જોર લાગુ પાડવામાં આવે છે તે હાથાની લંબાઈ ૨ ફુટ છે. જો જેકનું યાંત્રિક કાર્યસાધકત્વ (મીકેનીકલ એફીશીઅન્સી) ૪૦ ટકા હોય, તો ૫ હોડેડવેટનું વજન ઉંચકવા માટે કેટલું જોર જોઈશે ? વળી તે જેકમાં ગતિનું પ્રમાણ અને યાંત્રિક લાભ શોધો.

૧૮. એક લેધ બોરીંગ (વેલ કોરવાની ક્રિયા)નાં કામ માટે વપરાયો છે. દાગીનાને ચક્ર ઉપર બાંધવામાં આવ્યો છે, અને ડ્રીલને મુવએબલ હેડ સ્ટોકના સ્પીન્ડલમાં બેસાડેલા ડીલ-ચક્રમાં બાંધેલું છે, જેથી ડીલની શીડ મુવએબલ હેડ સ્ટોકના સ્પીન્ડલ ઉપરથી મળે છે, જે હમેશા મુજબ એક સ્ક્રુથી ચલાવવામાં આવે છે. સ્ક્રુ ૩ ઇંચ પીચનો છે અને તેની ઉપર ૬૦ દાંતાનું ચક્કર બેસાડેલું છે જેને ૧૨ દાંતાવાળાં પીનીઅન વડે ચલાવવામાં આવે છે. આ પીનીઅન દર મીનીટે ૮ આંટા ફેરે છે, તો દર મીનીટે શીડની ઉંડાઈ કેટલા ઇંચ હશે. વળી જો દાગીનો દર મીનીટે ૨૪ આંટા ફેરે, તો દાગીનાના એક આંટા દીઠ શીડ કેટલી હશે ?

૧૯. એક લેધની સરફેસીંગ સ્લાઇડને ચલાવનારા સ્ક્રુનો પીચ  $\frac{1}{4}$  ઇંચ છે અને તે બેવડા આંટાવાળો છે. આ સ્ક્રુ ઉપર ચપટી રીમવાળું એક ચક્કર બેસાડેલું છે જેની રીમના પરિધ ઉપર ૪૦ સરખા વિભાગ પાડેલા છે, તો ચક્કરને એક વિભાગ જેટલું ફેરવવાથી ઓળખર કેટલું આગળ ચાલશે. વળી ચક્કરને અનુક્રમે ૫, ૧૫, ૨૦, અને ૨૪ વિભાગો જેટલું ફેરવવાથી ઓળખરને મળતી ગતિઓ શોધો.

૨૦. વર્ષ અને વર્ષ બ્હીલ સાથના એક કેબમાં જે હાથા વડે વર્ષને ફેરવવામાં આવે છે તેની લંબાઈ ૧૪ ઇંચ છે, અને વર્ષ એકવડા આંટાવાળો છે. વર્ષ બ્હીલમાં ૨૦ દાંતા છે, અને વર્ષ બ્હીલની શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલાં ૧૨ ઇંચ વ્યાસનાં ડ્રમ ઉપરથી લટકતું વજન ૧૦૦૦ પૌંડ છે, તો આ વજનને ઉપાડવા માટે હાથાને છડે કેટલું બોર લાગુ પાડવું જોઈશે ?

૨૧. એક ટર્શન મશીનમાં જે ધાતુના ટુકડા ઉપર અમળાવવાનો કશ (ટોર્શન ટેસ્ટ torsion test) લેવાનો હોય છે તેને આમળો (twist) આપવા માટે તે મશીનમાં વર્ષ અને વર્ષ બ્હીલ વપરાયું છે. વર્ષને એક હેન્ડ બ્હીલ વડે ફેરવવામાં આવે છે અને કશ લેવાના ટુકડા (ટેસ્ટ પીસ test piece) ને જે શાફ્ટ ઉપર વર્ષ બ્હીલ બેસાડેલું છે તે શાફ્ટ સાથે જોડવામાં આવે છે. જો વર્ષ બ્હીલને ૯૦ દાંતા હોય, તો હેન્ડ બ્હીલને ૨૩૫ આંટા ફેરવવાથી કશ લેવાના ટુકડા (ટેસ્ટ પીસ) ઉપર કેટલા અંશ એટલે: ડીગ્રીનો આમળો મળશે?

૨૨. એક વર્ષ અને વર્ષ બ્હીલ સાથના કેબમાં વર્ષ બ્હીલને ૯૦ દાંતા છે; વર્ષ ત્રેવડા આંટાવાળો (ત્રેબલ થ્રેડેડ) છે; વર્ષ શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલા હાથાની લંબાઈ ૧૮ ઇંચ છે; વર્ષ બ્હીલની શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલાં બેરલનો વ્યાસ ૧૪ ઇંચ છે; અને દોરડાનો વ્યાસ ૧ ઇંચ છે. જો આ કેબનું કાર્યસાધકત્વ : (એપ્રીશીઅન્સી) ૦.૨૫ હોય, તો (૧) P અને W વચ્ચેનું પ્રમાણ શોધો, અને (૨) જો P ૨૫ પૌંડ હોય તો વજન શોધો.

૨૩. વર્મ અને વર્મ વ્હીલ સાથના એક સ્કુ-જેકમાં સ્કુનો પીચ  $\frac{1}{2}$  ઇંચ છે અને વર્મ વ્હીલ જે સ્કુની નટ અને છે તેમાં ૧૪ દાંતા છે. વર્મ એકવડા આંટાવાળો (ડબલ થ્રેડ) છે, અને વર્મ શાફ્ટ ઉપર એસાડેલા હાથાની લંબાઈ ૧૨ ઇંચ છે. જો આ જેકનું કાર્યસાધકત્વ (એફીશીઅન્સી) ૨૫ ટકા હોય, તો P અને W વચ્ચેનું પ્રમાણ શોધો. વળી ૨ ટનનું વજન ઉપાડવા માટે હાથાને છેડે કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈશે તે શોધો.

૨૪. વર્મ અને વર્મ વ્હીલનાં જોડાણ સાથના એક સ્કુ-પ્રેસમાં સ્કુનો પીચ  $\frac{3}{4}$  ઇંચ છે. વર્મ વ્હીલમાં ૩૫ દાંતા છે જે સ્કુની નટ અને છે. વર્મ સીંગલ થ્રેડ એટલે એકવડા આંટાવાળો છે, અને વર્મ શાફ્ટ ઉપર એસાડેલા હાથાની લંબાઈ ૧૫ ઇંચ છે. જો આ સ્કુ-પ્રેસનું કાર્યસાધકત્વ ૩૦ ટકા હોય, તો (૧) P અને W વચ્ચેનું પ્રમાણ શોધો, (૨) Pની ગતિ અને Wની ગતિ વચ્ચેનું પ્રમાણ શોધો, અને (૩) જો હાથાને છેડે ૨૦ પૌંડનું જોર લાગુ પાડવામાં આવે તો દબાવવા માટે મુકેલા પદાર્થ ઉપર કેટલું દબાણ આવશે ?

૨૫. વર્મ અને વર્મ વ્હીલ સાથના એક સ્કુ-જેકમાં સ્કુનો પીચ  $1\frac{1}{2}$  છે; વર્મ વ્હીલને ૨૦ દાંતા છે; વર્મ એકવડા આંટાવાળો છે; અને વર્મ શાફ્ટ ઉપર એસાડેલા હાથાની લંબાઈ ૧૬ ઇંચ છે. જો કાર્યસાધકત્વ ૩૫ ટકા હોય, તો (૧) P અને W વચ્ચેનું પ્રમાણ શોધો, (૨) Pની ગતિ અને Wની ગતિ વચ્ચેનું પ્રમાણ શોધો, અને (૩) જો હાથાને છેડે ૩૦ પૌંડનું જોર લાગુ પાડવામાં આવે તો કેટલું વજન ઉંચકી શકાશે તે શોધો.

૨૬. એક ફીલોંગ મશીનની ટેબલને ઉપર નીચે લાવવા માટે રેક અને પીનીઅનનાં સંબંધમાં વર્મ અને વર્મ વ્હીલનો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો છે. વર્મ શાફ્ટ ઉપર એસાડેલા હાથાની લંબાઈ ૧૨ ઇંચ છે. વર્મ એકવડા આંટાવાળો છે. વર્મ વ્હીલને ૨૦ દાંતા છે જેને ૩ ઇંચ વ્યાસના પીચ વર્તુલવાળા રેક-પીનીઅનની શાફ્ટ ઉપર

સજ્જડ કરેલું છે. જો લાગુ પાડેલાં કામના ૬૦ ટકા ધર્ષણમાં વ્યર્થ જાય, તો હાથાને છેડે ૧૨ પૌંડનું જોર લાગુ પાડી ટેબલ ઉપર કેટલાં વજનનો દાગીનો ટેકવી શકાય? ટેબલનું પોતાનું વજન ૪૬ હંડ્રેડવેટ છે.

૨૯. એક વર્મ અને વર્મ બ્લીક સાથના પુલી-બ્લોક ટેકલમાં વર્મ સ્પીન્ડલ ઉપર બેસાડેલી ચલાવનારી (ડ્રાઇવીંગ) ચેન-પુલીનો વ્યાસ ૧૦ ઈંચ છે, વર્મ બ્લીકમાં દાંતાની સંખ્યા ૨૦ છે, અને તે સાથે જોડેલી ચલાવવામાં આવતી (ડ્રીવન) ચેન-પુલીનો વ્યાસ ૮ ઈંચ છે. જો આ ટેકલનું કાર્યસાધકત્વ ૨૫ હોય, તો P અને W વચ્ચેનું પ્રમાણ શોધો; અને વળી વર્મ શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલી ડ્રાઇવીંગ (ચલાવનારી) ચેન-પુલી ઉપરથી પસાર થતી પાતળી સાંકળ ઉપર લાગુ પાડેલાં ૧૨ પૌંડનાં જોર વડે સ્નેચ બ્લોક ઉપરથી લટકાવેલાં કેટલાં પૌંડનાં વજનને ઉપાડી શકશે તે શોધો.

૨૮. એક વર્મ અને વર્મ બ્લીકનાં જોડાણ સાથના પુલી-બ્લોક ટેકલમાં વર્મ સ્પીન્ડલ ઉપર બેસાડેલી ચેન-પુલીનો વ્યાસ ૧૨ ઈંચ છે, વર્મ બ્લીકના દાંતાની સંખ્યા ૨૪ છે, અને તે સાથે જોડેલી ચેન-પુલીનો વ્યાસ ૮ ઈંચ છે. જો આ ટેકલનું કાર્યસાધકત્વ ૨૫ ટકા હોય, તો સ્નેચ બ્લોક ઉપરથી લટકાવેલાં ૫ હંડ્રેડવેટનાં વજનને ઉપાડવા માટે વર્મ શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલી ચેન-પુલી ઉપરથી પસાર થતી પાતળી સાંકળ ઉપર કેટલા પૌંડનું જોર લાગુ પાડવું જોઈ શે?

૨૯. દર મીનીટે ૪૫૦ આંટાની ઝડપે ફરતી એક શાફ્ટ વર્મ અને વર્મ બ્લીક રીડ્યુસીંગ ગીઅર (reducing gear) ની મદદ વડે બીજી શાફ્ટને ધીમી ઝડપે ચલાવે છે. વર્મ બેવઝ આંટાવાળો છે, અને વર્મ બ્લીકને ૩૦ દાંતા છે, તો આ ચલાવવામાં આવતી બીજી શાફ્ટની ઝડપ શોધો.

૩૦. એક ડ્રીલીંગ મશીનમાં વેહ પાડવાનાં ઓળર (ડ્રીલ drill) ને પોતાની મેજેની ચાલ આપવા માટે દાંતાનાં ચક્કરોની જોડીનાં સંબંધમાં

વર્મ અને વર્મ વ્હીલની રચના આપેલી છે. આ ડ્રીલીંગ મશીન દર મીનીટે ૧૨૦ આંટા ફરે છે, અને વર્મ શાફ્ટને પણ તેટલીજ ઝડપે ચલાવવામાં આવે છે. વર્મ વ્હીલને ૧૬ દાંતા છે, અને વર્મ વ્હીલની શાફ્ટ ઉપર ૨૫ દાંતાનું ચક્કર બેસાડેલું છે, જે ૫૦ દાંતાનાં વ્હીલ સાથે ગીઅર થાય છે. આ છેલ્લાં વ્હીલને ડ્રીલને શીડ (ચાલ) આપનારા સ્ક્રુ ઉપર બેસાડેલી નટ સાથે સજ્જડ કરેલું છે, જે શીડ-સ્ક્રુ સ્પીન્ડલ સહિત માત્ર નીચે ઉપર ચઢી શકે છે, સ્ક્રુને દર ઇંચે ચાર આંટા છે, તો (૧) મશીનના એક આંટામાં ડ્રીલને શીડ કેટલી મળશે એટલે ડીલ વેલમાં કેટલું નીચે ઉતરશે, અને (૨) એક મીનીટમાં શીડ કેટલી મળશે ?

૩૧. એક મેજરીંગ મશીન (બારીક અતિશુદ્ધ માપ માપવાનાં યંત્ર)માં હેડ સ્ટોકના સ્ક્રુને એક ઇંચમાં ૨૦ આંટા (થ્રેડ) છે, અને તે ઉપરનાં વર્મ વ્હીલને ૨૦૦ દાંતા છે. વર્મ શાફ્ટ ઉપરનાં હેન્ડ વ્હીલની રીમ ઉપર ૨૫૦ વિભાગોના કાપા પાડેલા છે, તો (૧) તેવા એક કાપા માટે હેડ સ્ટોકનો સ્પીન્ડલ કેટલો આગળ ચાલશે, વળી (૨) હેન્ડ વ્હીલના એક સંપૂર્ણ આંટા માટે કેટલો આગળ ચાલશે ? અને (૩) વર્મ વ્હીલ અથવા સ્ક્રુના એક આંટા માટે કેટલો ચાલશે ?

૩૨. એક વ્હીલ કટીંગ મશીન (ચક્કરોના દાંતા કાપવાનું યંત્ર)માં ડીવાઈડીંગ (વિભક્ત કરનારાં) વ્હીલને ૧૮૦ દાંતા છે. એક વ્હીલ વર્મ શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલું છે, જેની સાથે લાથાની શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલું બીજું વ્હીલ ગીઅર થાય છે. વ્હીલ બ્લેન્ક (wheel blank દાંતા કાપ્યા વિનાનું ચક્કર) ઉપર ૮૦ દાંતા કાપવાના છે, તો દરેક કાપવાના દાંતા માટે હેન્ડલ શાફ્ટને એક આંટો ફેરવવા માટે કયાં ચક્કરો વાપરવાં જોઈશે ?



## પ્રકરણ ૮મું

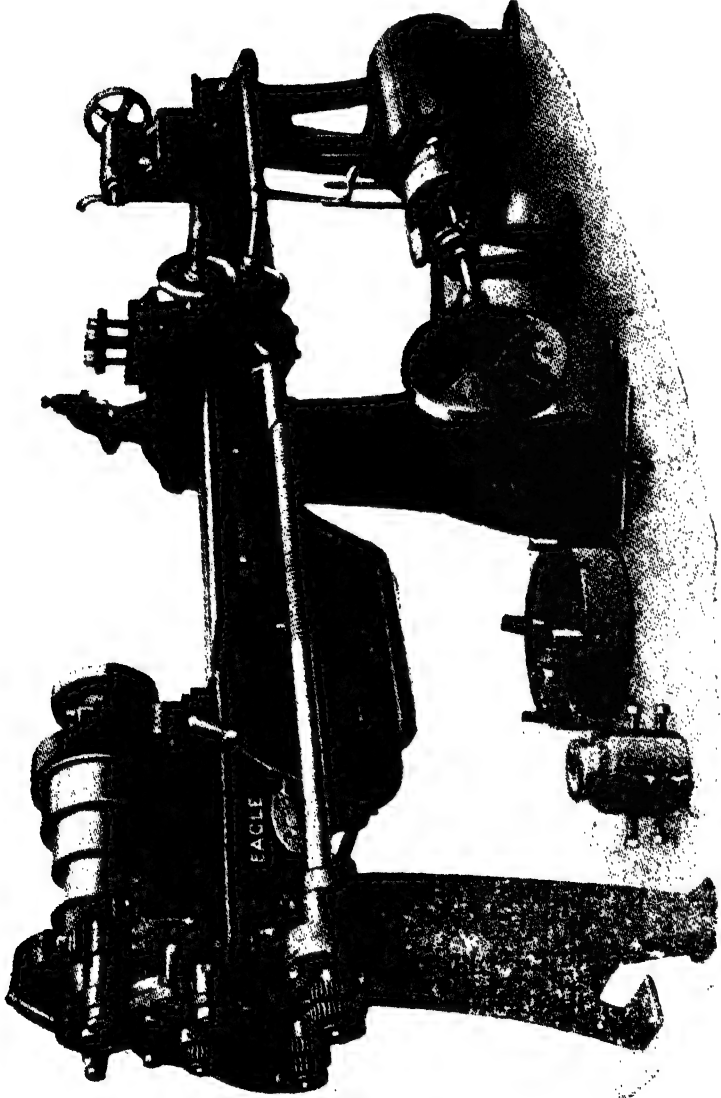
સ્ક્રુ-કટીંગ લેધ. લેધ ઉપર સ્ક્રુના આંટા કાપવાની  
રીત. પ્લેનીંગ મશીન.

### સ્ક્રુ-કટીંગ લેધ

આકૃતિ ૮૧માં સ્ક્રુ-કટીંગ લેધ (Screw-cutting Lathe) બતાવ્યો છે. સઘળા લેધોમાં દાગીનાને ગોળ ફેરવવામાં આવે છે, અને કાપ લેનારાં ઓળરને સ્લાઇડ રેસ્ટ (slide rest) માં સજ્જડ પકડવામાં આવે છે. આ સ્લાઇડ રેસ્ટને સેડલ ઉપર મેસાડેનો હોય છે જેને લેધ બેડ ઉપર ચલાવી શકાય છે. લેધ ઉપર જુદા જુદા વ્યાસના દાગીના ટર્ન કરવાના (ખરાદવાના) હોવાથી ઍંગ્યુલર વેલોસીટી (કાણિય વેગ) ફેરફાર થઈ શકે એવી હોવી જોઈએ, કારણકે દાગીનાની સપાટી આગળની લીનીઅર વેલોસીટી (લંબાઈની અથવા પરિઘની ગતિ) નિયંત્ર (constant) હોવી જોઈએ. મેન શાફ્ટ (main shaft) મુખ્ય શાફ્ટ એટલે કારખાનાનાં સઘળા મશીનો ચલાવનારી શાફ્ટ)ની ઍંગ્યુલર વેલોસીટીમાં ફેરફાર કર્યા શિવાય આ પ્રમાણે કરવા માટે લેધના ફાસ્ટ હેડસ્ટોક (fast headstock) માં કોન પુલી અને બેક ગીઅરીંગની રચના પુરી પાડેલી હોય છે.

ફાસ્ટ હેડસ્ટોક—આકૃતિ ૮૨ અને ૮૩માં ફાસ્ટ હેડસ્ટોકના બે દેખાવો બતાવ્યા છે. કોન પુલી (cone pulley) Cને એક પટ્ટા વડે લેધને માથે ઉપર આપેલી કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપરની તેવીજ

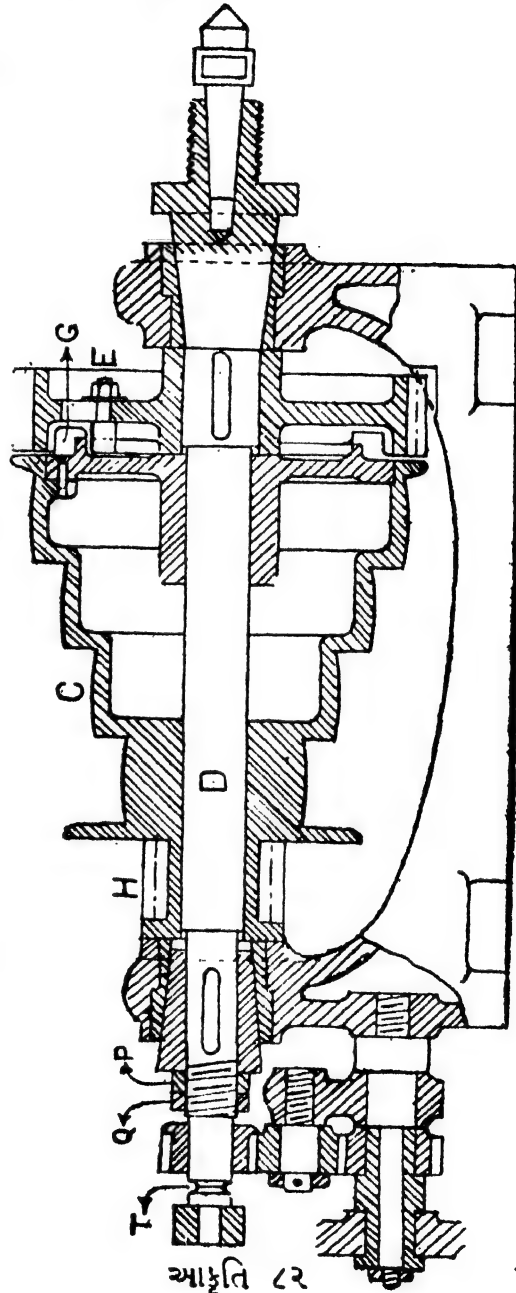
કોન પુલી ઉપરથી ચકાવવામાં આવે છે; પણ કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપરની કોન પુલી એવી રીતે બેસાડેલી હોય છે જેથી તેનો નાનો વ્યાસ

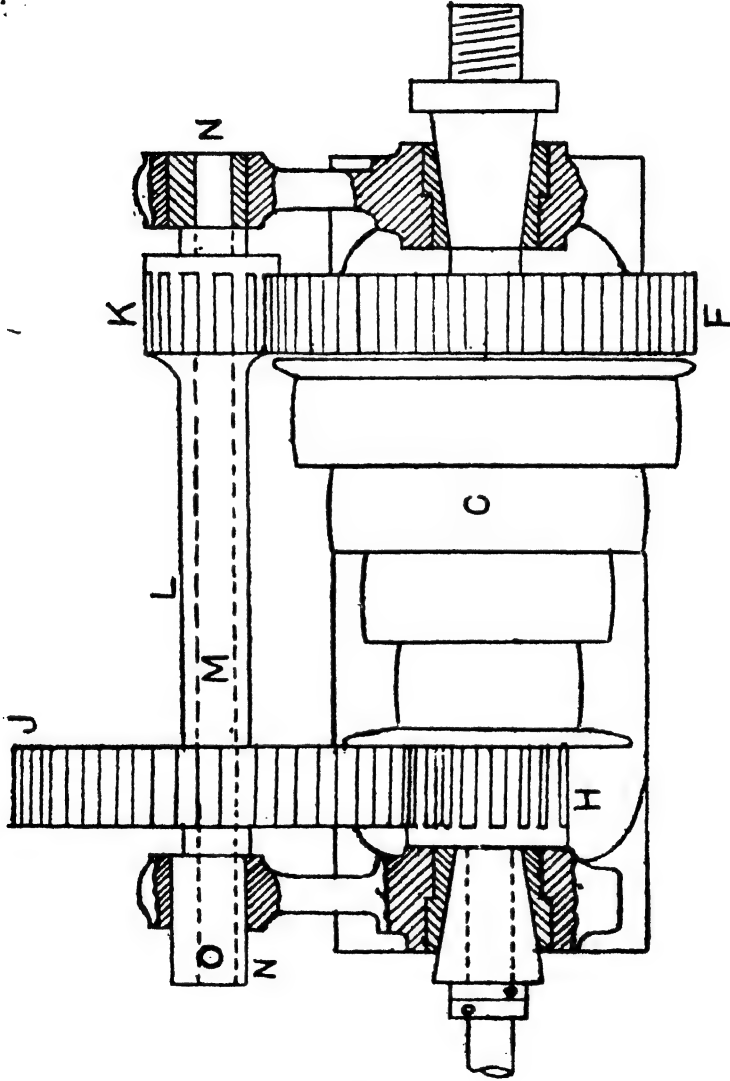


આકૃતિ ૮૧

ફાસ્ટ હેડ સ્ટોક ઉપરના કોનના મોટા વ્યાસની સામે આવેલી રહે. આ બન્ને કોનની સામસામે આવતી ડ્રાઈવિંગ (driving ચલાવનારી) અને ડીવન (driven ચલાવવામાં આવતી) સ્પીડ અથવા પુલીના વ્યાસોનો સરવાળો નિયંત્ર હોવાથી પટો કોઈ પણ સ્પીડની જોડી ઉપર ચઢી શકશે, અને દાગીનાની ગતિમાં ફેરફાર થશે; જ્યારે પટો ફાસ્ટ હેડ સ્ટોકના કોનની સાંથી નાની પુલી એટલે સ્પીડ ઉપર હશે ત્યારે સાંથી વધુ ગતિ મળશે.

પણ જ્યારે કોન પુલી વડે જોડતો ફેરફાર મળી શકતો નથી ત્યારે આપણે બેક ગીઅર (back gear)નો ઉપયોગ કરીએ છીએ. ફાસ્ટ હેડ સ્ટોકમાંની મેન્ડ્રિલ અથવા સ્પીન્ડલ (mandril અથવા spindle) D સાથે દાગીનાને ડ્રાઈવર અથવા ડ્રાઈવિંગ એટ વડે સીધો જોડવામાં





આકૃતિ ૮૩

આવે છે; પણ કાન પુલી મેન્ડ્રીલ ઉપર ઢીલી ફરે છે.

આકૃતિ ૮૨માં જોતાં જણાશે કે કોન પુલી Cને દાંતાના ચક્કર F સાથે જોડવા માટે બોલ્ટ E આપેલો છે. આ દાંતાના ચક્કર Fને મેન્ડ્રીલ D ઉપર ચાવીથી સજ્જડ કરેલું છે, અને કોન પુલી C ઉપર આપેલા બહાર નીકળી આવેલા ભાગો અથવા કાનો (lugs) G વચ્ચે બોલ્ટ E ભેરવાય ત્યાંસુધી બોલ્ટ Eને ત્રિજ્યાની દિશામાં ચક્કર Fમાં આપેલા લંબગાળ વેલ્ડમાં બહારની તરફ સેરવવાથી કોન પુલી C અને દાંતાનું ચક્કર F જોડાય છે, અને મેન્ડ્રીલને કોન પુલી ઉપરથી સીધી ચલાવવામાં આવે છે. આ વેળાએ આકૃતિ ૮૩માં દેખાડેલી પાછલી શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલાં વ્હીલ J અને પીનીઅન Kને જોડાણમાંથી બહાર કાઢવાં જોઈએ એટલે આઉટ એક્સ ગીઅર કરવાં જોઈએ. આ વ્હીલ અને પીનીઅનને એક પોકળ શાફ્ટ L ઉપર ચાવીથી સજ્જડ કરેલાં હોય છે. શાફ્ટ L સ્પીન્ડલ M ઉપર ફરે છે. આ સ્પીન્ડલ Mને અસમકેન્દ્ર (એટલે મધ્યબિંદુથી બહાર એટલે એક્સેન્ટ્રીક eccentric) બનાવેલી હોય છે, અને તેને તેના જ અસમકેન્દ્ર બેરીંગ N Nમાં ટેકવેલી છે. એક ટોમી (tommy ટુંકા સળીયા) ન ગળે છેડે ખોસવામાં આવે છે, અને સ્પીન્ડલ Mને અર્ધા આંટા ગાળ ફેરવવામાં આવે છે, જેથી વ્હીલ J અને પીનીઅન Kનાં મધ્યો મેન્ડ્રીલ D થી દુર જાય છે જેથી આ ચક્કરો ગીઅરમાંથી છુટાં થાય છે.

જ્યારે ધામી ઝડપો જોઈતી હોય ત્યારે બોલ્ટ Eને ચક્કર Fમાં આપેલા લંબ ગાળ વેલ્ડમાં નીચલી તરફ સેરવીને તેને કોન (લગ્સ)માંથી છુટા કરવામાં આવે છે, જેથી કોન પુલી મેન્ડ્રીલ ઉપર ઢીલી ફરે છે, જે વેળાએ મેન્ડ્રીલને માત્ર બેક ગીઅરીંગ મારફતે ચલાવવામાં આવે છે. આ વેળાએ ટોમી વડે સ્પીન્ડલ Mને અર્ધા આંટા ગાળ પાછો ફેરવી બેક ગીઅરીંગનાં વ્હીલ J અને પીનીઅન Kને મેન્ડ્રીલ ઉપરનાં પીનીઅન H અને વ્હીલ F સાથે ભેરવવામાં એટલે ગીઅર કરવામાં આવે છે. ત્યારે પીનીઅન H કોન પુલી સાથે જોડેલું

હોવાથી અથવા એકજ દુકડે બનાવેલું હોવાથી પટા વડે કાન પુલીને ગતિ મળવાથી કાન પુલી સાથે પીનીઅન H પણ મેન્ડ્રીલ ઉપર ઢીલું (loose) ફરે છે. પીનીઅન H સાથે એક શાફ્ટ ઉપરનું વ્હીલ J ગીઅર થયલું હોવાથી તે ફરવા માંડે છે જેથી એક શાફ્ટ પણ ફરે છે અને તેથી તે ઉપર બેસાડેલું પીનીઅન K પણ ફરે છે. આ પીનીઅન K સાથે મેન્ડ્રીલ ઉપર ચાવીથી સજ્જડ કરેલું વ્હીલ F ભેરવાયલું એટલે ગીઅર થયલું હોવાથી તે ફરે છે અને પરિણામે મેન્ડ્રીલ દાગીના સાથે ધીમી ઝડપે ફરે છે. આ પ્રમાણે ગતિ નાનાં ચક્કરો ( પીનીઅન ) ઉપરથી મોટાં ચક્કરો ( વ્હીલ્સ ) મારફતે મેન્ડ્રીલને મળતી હોવાથી મેન્ડ્રીલ ઘણી ધીમી ઝડપે ફરે છે.

જો સઘળાં ચક્કરોના પીચ એક સરખા રાખવામાં આવે, તો પીનીઅન (નાનાં ચક્કર) અને વ્હીલ (મોટાં ચક્કર)ના દાંતાની સંખ્યાનો સરવાળો દરેક બાબતમાં એક સરખો રહે છે. થીઅરી પ્રમાણે મેન્ડ્રીલ ઉપરનું વ્હીલ અને તેની સાથે ગીઅર થતું એક શાફ્ટ ઉપરનું પીનીઅન એક શાફ્ટ ઉપરનાં વ્હીલ અને મેન્ડ્રીલ ઉપરનાં પીનીઅન કરતાં વધારે બળવાન પીચનાં હોવાં જોઈએ, કારણ કે તેના દાંતા ઉપર જે દબાણ આવે છે તે વધુ હોય છે, પણ સઘળાં વ્હીલો અને પીનીઅનો એક સરખાં બનાવવાનો સામાન્ય વ્યવહાર છે.

એક ગીઅરીંગ વડે જે હેતુ પાર પડે છે તે આપણે આગળ જોયો છે. લેધ મેન્ડ્રીલને ઝડપોના બે જુથ (સેટ set) વડે ચલાવી શકાય છે:—પહેલી ઝડપી ચાલ કે જ્યારે બારીક કાપ લેવામાં આવે છે, અને બીજી ધીમી ચાલ કે જ્યારે ભારે કાપો લેવામાં આવે છે. આ બાબતમાં ગીઅરીંગને લીધે વધારાનો યાંત્રિક લાભ (પરચેઝ અથવા મીકેનિકલ એડવાન્ટેજ) મળે છે, જેથી કાપ લેનારાં ઓળંગરને જે વધારાનો અવરોધ (resistance) નડે તે દુર કરવા શક્તિમાન થવાય છે. વળી જુદા જુદા વ્યાસના દાગીનાઓ માટે કાપ લેવાની ઝડપ લગભગ એક સરખી રાખી શકાય છે.

સ્પીડ કોનનાં માપ ડ્રાઇવિંગ કોન અથવા કાઉન્ટર કોન (કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપરની કોન પુલી)ના આંટાની સંખ્યા, અને વ્હીલ તથા પીનીઅનના દાંતાની સંખ્યા હવે આપણે ધારી લઈશું જેથી ગીઅરીંગ વડે મળતો લાલ (પરચેઝ ઓફ ગીઅર) અથવા ગીઅરીંગને લીધે મેન્ડ્રીલની ઝડપનો પ્રમાણમાં થતો ઘટાડો મેળવી શકાય.

**દાખલો ૧**—એક ૧૨ ઇંચના લેધના ફાસ્ટ હેડસ્ટોકમાં સ્પીડ કોનને ૪ સ્પીડ (પુલી) છે, જેમાંની સૌથી મોટીનો વ્યાસ ૧૪ ઇંચ અને નાનીનો વ્યાસ ૮ ઇંચ છે. કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપરનો સ્પીડ કોન (કાઉન્ટર કોન) દર મીનીટે ૧૨૦ આંટા ફરે છે. મોટાં ચક્કરો (વ્હીલ્સ)ને ૪૫ દાંતા અને નાનાં ચક્કરો (પીનીઅન)ને ૧૫ દાંતા છે, તો ગીઅરીંગ વડે મળતો લાલ શોધો, અને મેન્ડ્રીલની મળી શકતી ઝડપો શોધો.

$$\begin{aligned}\text{ગતિનું પ્રમાણ} &= \frac{\text{ડ્રાઇવરના દાંતાની સંખ્યાનો ગુણાકાર}}{\text{ફોલોઅરના દાંતાની સંખ્યાનો ગુણાકાર}} \\ &= \frac{૧૫ \times ૧૫}{૪૫ \times ૪૫} = \frac{૧}{૯}\end{aligned}$$

એટલે સ્પીડ કોન ૯ આંટા ફરે તો મેન્ડ્રીલ ૧ આંટો ફરશે.  
∴ ગીઅરીંગ વડે મળતો લાલ = ૯ : ૧

$$\begin{aligned}\text{સ્પીડના વ્યાસોમાં થતો વધારો} &= I = \frac{D - d}{N - ૧} \\ &= \frac{૧૪ - ૮}{૪ - ૧} = \frac{૬}{૩} \\ &= ૨ \text{ ઇંચ}\end{aligned}$$

∴ સ્પીડના વ્યાસો = ૮", ૧૦", ૧૨" અને ૧૪" છે.

સ્પીડ કોનને ૪ સ્પીડ છે, માટે મેન્ડ્રીલ ૮ જુદી જુદી ઝડપે ફરવી શકાશે; ૪ ઝડપો ગીઅરીંગ વગર અને ૪ ઝડપો ગીઅરીંગ સાથે મળશે.

ગીઅરોંગ વગર—

$$\frac{૧૨૦ \times ૧૪}{૮} = \underline{૨૧૦} \text{ આંટા } (૧)$$

$$\frac{૧૨૦ \times ૧૨}{૧૦} = \underline{૧૪૪} \text{ આંટા } (૨)$$

$$\frac{૧૨૦ \times ૧૦}{૧૨} = \underline{૧૦૦} \text{ આંટા } (૩)$$

$$\frac{૧૨૦ \times ૮}{૧૪} = \underline{૬૮.૫૭} \text{ આંટા } (૪)$$

ગીઅરોંગ સાથે—

ગીઅરોંગને લીધે સ્પીડ કોન કરતાં મેન્ડીલની ઝડપ ૯ ગણી ઓછી થશે, માટે

$$\frac{૨૧૦}{૯} = \underline{૨૩.૩} \text{ આંટા } (૫)$$

$$\frac{૧૪૪}{૯} = \underline{૧૬} \text{ આંટા } (૬)$$

$$\frac{૧૦૦}{૯} = \underline{૧૧.૧} \text{ આંટા } (૭)$$

$$\frac{૬૮.૫૭}{૯} = \underline{૭.૬૨} \text{ આંટા } (૮)$$

**દાખલો ૨—**એક લેધમાં જ્યારે પટો કોનના અમુક સ્પીડ ઉપર હોય અને એક ગીઅરોંગ વપરાયું ન હોય ત્યારે તે લેધની મેન્ડીલ દર મીનીટે ૧૪૪ આંટાની ઝડપે ફરે છે. જ્યારે પટાને તેજ સ્પીડ ઉપર રાખી એક ગીઅરોંગ કરવામાં આવે છે ત્યારે મેન્ડીલની ઝડપ ઘટીને ૯ આંટા થાય છે, તો એક ગીઅરોંગમાં મોટાં ચક્કરો અને નાનાં ચક્કરોમાં દાંતા કેટલા હશે ?

જ્યારે એક ગીઅરોંગ વપરાયું ન હોય ત્યારે કોનના જેટલાજ આંટા મેન્ડીલ પણ ફરે છે. કોન દર મીનીટે ૧૮૦ આંટા ફરે છે, માટે

$$\begin{aligned} \text{ગતિનું પ્રમાણ} &= \frac{\text{ફેલોઅરના આંટા}}{\text{ફ્રાંચવરના આંટા}} = \frac{\text{ફ્રાંચવરમાં દાંતા}}{\text{ફેલોઅરમાં દાંતા}} \\ &= \frac{૧૮૦}{૧૬} = \frac{૧૫}{૪} = \frac{૩}{૧} \times \frac{૩}{૪} = \underline{\underline{\frac{૩}{૧} \times \frac{૩}{૪}}} \end{aligned}$$



**દાખલો ૩**—એક લેધ ઉપર બેક ગીઅરોંગ વાપરીને ૩ ઈંચ વ્યાસની શાફ્ટ ટર્ન કરવામાં આવે છે; કાપ લેતી વેળા ઓબરની અણી આગળ આવતું જોર ૯૬૦ પૌંડ છે; મોટાં ચક્કરનો વ્યાસ ૧૬ ઈંચ અને નાનાનો વ્યાસ ૬ ઈંચ છે, તો તેમાં દરેક મોટાં અને નાનાં ચક્કરની પીચ લાઈન આગળ આવતાં દાંતા ઉપરનાં દબાણો શોધો.

સીંગલ, ડબલ, ત્રેબલ પરચેઝ કેમમાં ચક્કરોના દાંતા ઉપરનાં દબાણો શોધતાં આપણે આગળ શીખી ગયા કે ચક્કરોની પીચ લાઈન આગળ આવતાં દાંતા ઉપરનાં દબાણોના આર્મ અથવા લીવરેજ બ્હીલ અને પીનીઅનની ત્રિજ્યાઓ છે.

કાપ લેતી વેળા ઓબરની અણી આગળ આવતું જોર ૯૬૦ પૌંડ છે જેનો લીવરેજ શાફ્ટની ત્રિજ્યા બરાબર છે જે  $\frac{3}{4} = ૧\frac{૩}{૪}$  ઈંચ છે, અને આ જોરનું મોમેન્ટ મેન્ડ્રીલ ઉપરનાં મોટાં ચક્કર (બ્હીલ) અને તેની સાથે ગીઅર થતાં બેક શાફ્ટ ઉપરનાં નાનાં ચક્કર (પીનીઅન)ની જોડી વચ્ચેનાં દબાણ Rનાં મોમેન્ટની બરાબર છે; દબાણ Rનો લીવરેજ બ્હીલની ત્રિજ્યા બરાબર છે જે  $\frac{૧૬}{૬} = ૨$  ઈંચ છે, ત્યારે મોમેન્ટના નિયમ પ્રમાણે—

$$૯૬૦ \times ૧\frac{૩}{૪} = R \times ૨$$

$$\therefore R = \frac{૯૬૦ \times ૩}{૨ \times ૮} = ૧૮૦ \text{ પૌંડ}$$

બેક શાફ્ટ ઉપરનાં મોટાં ચક્કર અને તે સાથે ગીઅર થતાં મેન્ડ્રીલ ઉપરનાં નાનાં ચક્કરની જોડી સાથે સંબંધમાં લેતાં ૧૮૦ પૌંડનાં દબાણ Rનો લીવરેજ નાનાં ચક્કરની ત્રિજ્યા જેટલો એટલે  $\frac{૬}{૩} = ૩$  ઈંચ છે, અને ૧૮૦ પૌંડનાં દબાણનું આ મોમેન્ટ બેક શાફ્ટ ઉપરનાં મોટાં ચક્કર અને તે સાથે ગીઅર થતાં મેન્ડ્રીલ ઉપરનાં નાનાં ચક્કરની જોડી વચ્ચેનાં દબાણ Sનાં મોમેન્ટની બરાબર છે. આ વેળાએ દબાણ Sનો લીવરેજ મોટાં ચક્કરની ત્રિજ્યા જેટલો એટલે  $\frac{૧૬}{૬} = ૨$  ઈંચ છે, ત્યારે

$$૧૮૦ \times ૩ = S \times ૨$$

$$\therefore S = \frac{૧૮૦ \times ૩}{૨} = ૨૭૦ \text{ પૌંડ}$$

**દાખલો ૪**—એક લેધનાં મેન્ડ્રીલ ઉપરનાં વ્હીલ અને પીની-અનને અનુક્રમે ૪૨ અને ૧૨ દાંતા છે; એક શાફ્ટ ઉપરનાં વ્હીલને ૪૫ દાંતા છે; અને સઘળાં વ્હીલ્સ અને પીનીઅન્સના દાંતાના પીય એક સરખા છે, તો એક શાફ્ટ ઉપરનાં પીનીઅનમાં દાંતાની સંખ્યા કેટલી હશે?

આગળ આપણે શીખી ગયા કે સઘળાં વ્હીલ્સ અને પીનીઅન્સ ( મોટાં અને નાનાં દાંતાનાં ચક્કરો)ના પીય એક સરખા રાખવામાં આવે તો વ્હીલ અને પીનીઅનની દરેક જોડીમાંના દાંતાનો સરવાળો બીજી જોડીમાંના દાંતાના સરવાળાની બરાબર છે, માટે

$$૪૨ + પીનીઅનના દાંતા = ૪૫ + ૧૨$$

$$\therefore પીનીઅનના દાંતાની સંખ્યા = ૫૭ - ૪૨ = ૧૫ દાંતા$$

આકૃતિ ૮૨ અને ૮૩માં બતાવેલા ફાસ્ટ હેડસ્ટોકમાં મેન્ડ્રીલ D ના જર્નલ્સ ( journals બેરીંગમાં ફરતા શાફ્ટના ભાગ ) શંકુ આકારના બનાવેલા છે જે પીતળની બેરીંગમાં ફરે છે. જમણા હાથ તરફનો શંકુ આકારનો જર્નલ મેન્ડ્રીલ D ઉપરજ બનાવેલો છે, અને ડાબા હાથ તરફનો અથવા પાછલો જર્નલ છુટો શંકુ આકારનો ખુશ બનાવી તેને ફેધર કી ( feather key ) વડે મેન્ડ્રીલ ઉપર સંભાળ-પૂર્વક બેસાડેલો છે, જેથી જ્યારે બેરીંગ ધસાઈ જાય ત્યારે નટ P અને એક નટ Q ને ટાઈટ (સજ્જડ) કરવાથી મેન્ડ્રીલ D ને બરાબર ચોક્કસ ફીટ કરી શકાય છે (જુઓ આકૃતિ ૮૨).

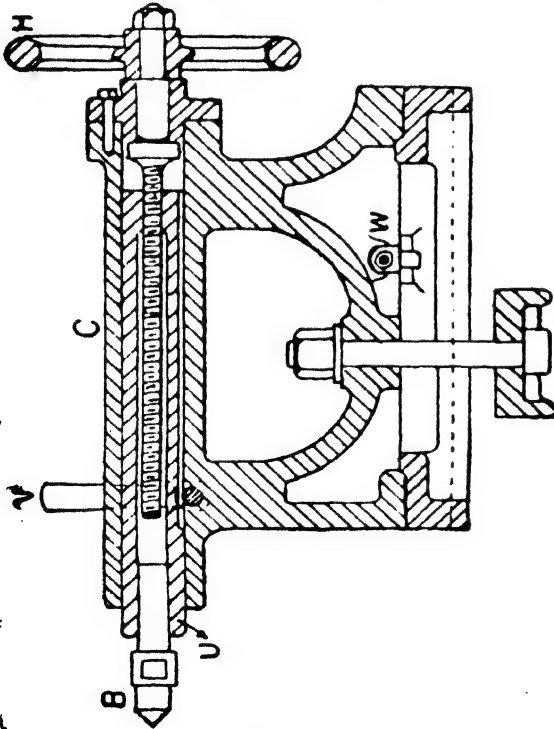
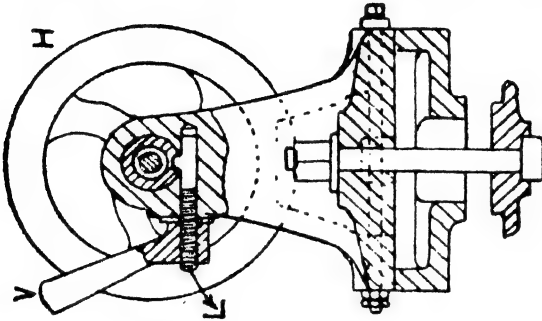
શંકુ આકારના જર્નલવાળી મેન્ડ્રીલ ધણે ભાગે નાના લેધોમાં વપરાય છે. એમાં જમણા હાથ તરફના અથવા આગલા જર્નલનો શંકુ ડાબા હાથ તરફના અથવા પાછલા જર્નલના શંકુ કરતાં મોટા ખુણાવાળો બનાવવામાં આવે છે. આનું કારણ એ છે કે દાગીના ઉપર કાપ લેતી વેળા આવતાં દબાણને લીધે મોટા ખુણાવાળી આગલી બેરીંગમાં મેન્ડ્રીલ જકડાઈ જવાનો સંભવ ઓછો રહે છે, અને પાછલા જર્નલના કોનનો ખુણો નાનો હોવાથી જર્નલને બેરીંગમાં બરાબર ફીટ ગોઠવવા માટે તે વધારે અસરકારક છે. શંકુ આકારના

જર્નલવાળી મેન્ડ્રીલ ભારે કાપ લેતી વેળા આવતાં દબાણને લીધે ખેરીંગમાં જકડાઈ જવાનો સંભવ રહેતો હોવાથી મોટા લેધામાં તે વાપરવામાં આવતી નથી.

કાપ લેતી વેળાનું કાપનું દબાણ લેવાને માટે સધળા લેધાની મેન્ડ્રીલ, પછી ગમે તે તે શંકુ આકારના જર્નલવાળી હોય અથવા નળાકાર જર્નલવાળી હોય તેને પાછલે છેડે સખત પોલાદની એક ટેલ પીન (tail pin) T પુરી પાડેલી હોય છે અને આ ટેલ પીનને ગોઠવી શકાય એવી રચના પુરી પાડેલી હોય છે જેથી મેન્ડ્રીલ ખેરીંગમાં ટેકવાય છે અને ટેલ પીન ઉપર ધક્કા આવે છે (જુઓ આકૃતિ ૮૨).

**લુસ અથવા ટેલ હેડસ્ટોક અથવા મુવએબલ હેડસ્ટોક (Loose or Tail or Moveable Headstock)**—ઉપર આપણે જે ફાસ્ટ હેડસ્ટોક વિષે વર્ણન કર્યું છે તે સ્થાઈ હોય છે, એટલે લેધ બેડ (bed) ઉપર તેનું સ્થાન બદલવામાં આવતું નથી, પણ લુસ અથવા ટેલ હેડસ્ટોકનું સ્થાન સેન્ટરો (centres) વચ્ચે ટેકવવાના દાગીનાની જુદી જુદી લંબાઈનાં પ્રમાણમાં ગોઠવવું પડે છે. આકૃતિ ૮૪માં લુસ અથવા ટેલ અથવા મુવએબલ હેડસ્ટોક બતાવ્યો છે. આ હેડસ્ટોકને બોલ્ટ અને ક્રેમ્પની મદદ વડે કોઈ પણ સ્થાને લેધ બેડ ઉપર પકડી શકાય છે. આ હેડસ્ટોકનો નીચલો ભાગ અને ઉપલો ભાગ છુટા બનાવી જોડેલા હોય છે, અને ઉપલા ભાગને બાજુમાં આપેલા સ્ક્રુ Wની મદદ વડે આમતેમ બાજુએ હલાવી શકાય છે, જેથી તેમાંનાં સેન્ટરને ફાસ્ટ હેડસ્ટોકનાં મધ્યની બરાબર ગોઠવી શકાય છે અથવા ટેપર ટર્નીંગ માટે (taper turning) એટલે શંકુ આકારના દાગીના ખરાદવા માટે) તેને એક અથવા બીજી બાજુએ હલાવી શકાય છે જેથી તેમાંનાં પોલાદનાં સેન્ટરને ફાસ્ટ હેડ સ્ટોકનાં મધ્યની બહાર (આઉટ ઓફ સેન્ટર) લાવી શકાય છે. આ લુસ હેડસ્ટોકને ઉપલે ભાગે નળાકાર ખેરલ C બનાવેલું છે જેમાં એક છેડેથી બીજે છેડે સુધી આરપાર વેહ કારેલો છે. આ

વેહમાં એક પોલાદનો પોક્ળ સ્પીન્ડલ U બેસાડેલો છે, જેમાં અવળા આંટાવાળા (લેફ્ટ હેન્ડેડ) સ્ક્રુની નટ માટેના ચોરસ આંટા કાપેલા છે, અને તેમાં ચોરસ અવળા આંટાવાળો સ્ક્રુ S બેસાડેલો છે. આ



આકૃતિ ૮૪

સ્ક્રુ માત્ર ગોળ ફરી શકે એમ છુટો રાખી આમ તેમ ચાલતો અટકાવવામાં આવે છે, અને તેમ કરવા માટે તે સ્ક્રુ ઉપર એક કોલર બનાવેલી છે જે હેડ સ્ટોકમાંની સ્ક્રુની બેરીંગની અંદરની બાજુ ઉપર અડેલી રહે છે અને બેરીંગની બહારની બાજુએ સ્ક્રુને છેડે એક હેન્ડ વ્હીલ H ચાવીથી સમજાડ કરેલું છે. જો હેન્ડ વ્હીલ વડે સ્ક્રુ S ને ફેરવવામાં આવે ત્યારે પોક્ળ સ્પીન્ડલ U ફરી શકતો ન હોવાથી તે સ્ક્રુની ફરવાની દિશા પ્રમાણે અંદર અથવા બહાર નીકળે છે. પોક્ળ સ્પીન્ડલ U ના આગલા છેડામાં ટેપર વેહ

બનાવેલો હોય છે જેમાં પોલાદનું સેન્ટર B બેસે છે. આ રચનાની મદદ વડે લુસ હેડસ્ટોકને ઢીલો કરી લેધ બેડ ઉપર ખસેડ્યા વિના સેન્ટરને ગોઠવી શકાય છે. દાગીના ઉપર કાપ લેતી વેળા ઓળરનાં કાપવાનાં કાર્યને લીધે જે કંપન (vibration) થાય છે તેને લીધે સ્પીન્ડલ U સેન્ટર સાથે ધીમે ધીમે પાછળ હટી છે, જેથી દાગીનો નીકળી પડે છે. આમ થતું અટકાવવા માટે સ્પીન્ડલ Uને પકડવા માટે હેડસ્ટોકમાં એક લોકીંગ બોલ્ટ L બેસાડેલો છે, જે બોલ્ટને હાથા Vની મદદ વડે સ્પીન્ડલ U સાથે સળંગ અથડાવી દબાવવામાં આવે છે. આ બોલ્ટ ઉપર આકૃતિમાં દેખાડ્યા પ્રમાણે એક ચાવીનો ટુકડો બનાવેલો છે જે સ્પીન્ડલની નીચે બનાવેલા ચાવીના ગાળામાં બેસે છે, જેથી સ્ક્રુ સાથે સ્પીન્ડલ ફરતો અટકે છે.

#### કમ્પાઉન્ડ સ્લાઇડ રેસ્ટ (Compound Slide Rest)—

સ્ક્રુ કટીંગ લેધના કમ્પાઉન્ડ સ્લાઇડ રેસ્ટમાં જુદી જુદી શીડ (ઓળરની ચાલ)ની ગતિઓ પુરી પાડેલી હોય છે. સ્લાઇડ રેસ્ટની નીચલી એક્સ જેને સેડલ (saddle) કહે છે તેને લેધ બેડની લંબાઈની દિશાની ગતિ જેને ટ્રેવર્સીંગ (traversing) ગતિ કહે છે, તે હોય છે. સેડલ ઉપર એક સ્લાઇડ બેસાડેલી છે જેને લેધ બેડની આડે એટલે ક્રાટખુણાની દિશામાં ચાલ હોય છે જેને સર્ફેસીંગ (surfacing) ગતિ કહે છે, અને આ સ્લાઇડને સર્ફેસીંગ સ્લાઇડ (surfacing slide) કહેવામાં આવે છે. સર્ફેસીંગ સ્લાઇડ ઉપર ગોળાકાર પ્લેટ સાથે એક બીજી સ્લાઇડ જેને ટ્રેવર્સીંગ સ્લાઇડ (traversing slide) કહે છે તે બેસાડેલી છે. આ સ્લાઇડ લેધ બેડની લંબાઈની દિશામાં હાથ વડે ચાલે છે. આ સ્લાઇડને ગોળાકાર પ્લેટ ઉપર કોઈ પણ ઈન્ડિસ્ટ પુણે ગોઠવી ટેપર (ત્રાંસી) શીડ પણ મેળવી શકાય છે. આ ઉપલી ટ્રેવર્સીંગ સ્લાઇડ ઉપર ટુલ-હોલ્ડર (ઓળરને પકડવા માટેની રચના) આપેલું હોય છે, જેમાં કાપ લેનારાં ઓળર (cutting tool)ને પકડવામાં આવે છે.

જે દાગીનાનાં મધ્યના વેહ લેધ ઉપર કારવાના હોય, જેવા કે એનજીનનાં સીલીન્ડર, પમ્પનાં બેરલ વિગેરે, તેવા દાગીનાને સેડલ ઉપર બોલ્ટ વડે પકડવા માટે સેડલની ઉપલી બાજુ ઉપર T આકારના ગાળાઓ આપેલા હોય છે. આવા દાગીનાઓ સેડલ ઉપર બાંધવા માટે સ્લાઈડ રેસ્કને સેડલ ઉપરથી કાઢી લેવો પડે છે. લીડીંગ સ્ક્રુ વડે સેડલને મળતી લેધ બેડની લંબાઈની દિશાની (ત્રેવર્સીંગ) ગતિથી તદ્દન સ્વતંત્ર એક બીજી ઝડપી હાથ વડે આપવામાં આવતી બેડની લંબાઈની દિશાની (ત્રેવર્સીંગ) ગતિ રેક અને પીનીઅન (rack and pinion)ની મદદ વડે સેડલને આપી શકાય છે. આ પ્રમાણેની ગતિ હાથ વડે આપવા માટે આકૃતિ ૮૫માં દેખાડ્યા પ્રમાણે લેધની આગલી બાજુએ સ્પીન્ડલ K ઉપર બેસાડેલી ભુંગળી (સોકેટ socket) ને છેડે બેસાડેલો હાથો ફરવામાં આવે છે, જેથી તેજ ભુંગળીના અંદરના છેડા ઉપર બેસાડેલું પીનીઅન (૪) ફરે છે, અને પીનીઅન (૪) સાથે વ્હીલ (૫) ગીઅરમાં (જોડાણમાં) હોવાથી તે ફરવાથી તેની સાથનું રેક-પીનીઅન (૬) પણ ફરે છે જે લેધની આગલી બાજુ ઉપર સ્ક્રુઓની મદદ વડે બેસાડેલા રેક સાથે ગીઅર થતું હોવાથી લેધની લંબાઈની દિશામાં સેડલ ચાલે છે. જુઓ આકૃતિ ૮૫.

સ્લાઈડ રેસ્કને મન્ડીલ ઉપરથી બે જુદી જુદી રીતે પોતાની મેળે ચલાવવામાં આવે છે. લેધ બેડની આગલી બાજુએ આપેલા લીડીંગ સ્ક્રુ (leading screw)નો ઉપયોગ માત્ર સ્ક્રુ-કટીંગ એટલે સ્ક્રુના આંટા કાપવા માટે કરવામાં આવે છે, જેથી તેની ઉપર વધુ ધસારો આવતો અટકે છે. આ લીડીંગ સ્ક્રુને બેડના પાછલા છેડા આગળ આપેલાં દાંતાનાં ચક્કરો (ચેન્જ વ્હીલ્સ change wheels) વડે ચલાવવામાં આવે છે. મેન્ડીલની ફરવાની ઝડપ સાથે સરખાવતાં લીડીંગ સ્ક્રુનાં ફરવાની જુદી જુદી ઝડપો આ દાંતાનાં ચક્કરો (ચેન્જ વ્હીલ્સ)ને બદલવાથી મળી શકે છે, જેથી દાગીના ઉપર જુદા જુદા પીઅના આંટા કાપી શકાય છે. નક્કી કરેલા દાંતાનાં ચક્કરોને બેસાડવાનું



સુગમ પડે માટે રેડીઅલ આર્મ અથવા ક્વાર્ટ્રન્ટ (radial arm or quadrant) ઉપર એક વચગાળેની પીન બેસાડેલી છે. આ આર્મને જુદા જુદા જોઈતા ખુણાઓએ પકડી શકાય છે. લીડીંગ સ્ક્રુમાં બેસતી આવતી નટના બે અર્ધ ટુકડાઓને હાથની મદદ વડે લીડીંગ સ્ક્રુના આંટામાં બેરવવાથી લીડીંગ સ્ક્રુ સેડલ સાથે જોડાય છે અને સેડલને પોતાની મેળેની સ્ક્રુના આંટા કાપવા માટેની ગતિ મળે છે. નટના ટુકડાઓને લીડીંગ સ્ક્રુ ઉપરથી છુટા કરવાથી સેડલનું લીડીંગ સ્ક્રુ સાથનું જોડાણ છુટું થાય છે, જેથી સેડલને ગતિ મળતી અટકે છે. કોઈ કોઈ વાર નટનો નીચલો અર્ધ ભાગ ન આપતાં માત્ર ઉપરો અર્ધ ભાગ આપવામાં આવે છે.

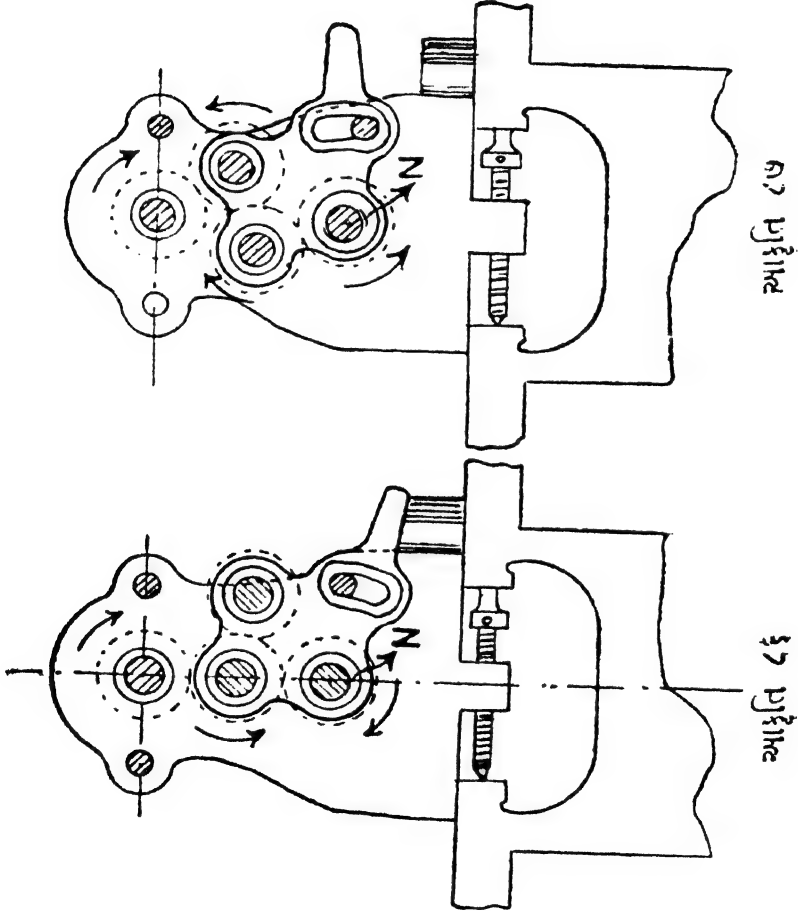
સ્લાઈડ રેસ્ટને બેડની પાછલી બાજુએ આપેલી બેક શાફ્ટ ઉપરથી પણ ચલાવી શકાય છે. બેક શાફ્ટને મેન્ડ્રીલ ઉપરથી ચેન્જ વ્હીલ્સની મદદ વડે ચલાવવામાં આવે છે. ફેટલાક લેધમાં બેક શાફ્ટને મેન્ડ્રીલ ઉપરથી પટાની મદદ વડે ચલાવવાની રચના આપવામાં આવે છે, પણ દાંતાનાં ચક્કરો (ચેન્જ વ્હીલ્સ) વડે ચલાવવાની રીત વધુ સારી છે, કારણ કે લેધ ઉપર જોઈએ તે કરતાં વધુ જોર આવવાથી પટાને સરકવાનો (સ્લીપ થવાનો) વધુ સંભવ રહે છે. બેક શાફ્ટ સાથે સેડલનું જોડાણ તપાસતાં માત્રમ પડશે કે બેક શાફ્ટ ઉપર તેની લંબાઈએ સરી શકે એમ એક વર્મ W ફેધર કી (lathier key) વડે બેસાડેલું છે, અને બેક શાફ્ટની આખી લંબાઈએ ચાવીનો ગળો આપેલો હોવાથી વર્મને સેડલ સાથે ચલાવી બેક શાફ્ટનાં કોઈપણ સ્થાને લાવી શકાય છે. આદિતિ ટપમાં જેતાં જણાશે કે બેક શાફ્ટનાં ફરવાથી વર્મ Wને ગતિ મળે છે અને ત્યાંથી વર્મ પીનીઅન (૨) ઉપરથી થઈને સ્પીન્ડલ K ઉપર ચાવીથી બેસાડેલાં દાંતાનાં ચક્કર (૩)ને ગતિ મળે છે, જેથી સ્પીન્ડલ K ઉપર આગલી બાજુએ બેસાડેલું પીનીઅન (૪) ફરે છે. આ પીનીઅન (૪) વ્હીલ (૫) સાથે ગીઅરમાં હોવાથી તે ફરે છે, અને સાથે રેક-પીનીઅન (૬)ને ફેરવે



છે. રેક-પીનીઅન લેધની આગલી બાજુએ સજ્જડ કરેલા રેક સાથે ગીઅર થયેલું હોવાથી સેડલને પોતાની મેળેની ( સેલ્ફ-એક્ટીંગ ) બેડની લંબાઈની દિશાની (એટલે ત્રવર્સીંગ traversing) ગતિ મળે છે. જ્યારે મરજી પડે ત્યારે પીનીઅન (૪)ને તેના સ્પીન્ડલ K ઉપર તુરત ઢીલું કરી શકાય છે, જેથી સેડલની પોતાની મેળેની ચાલ બંધ પડે છે. આમ કરવા માટે પીનીઅન (૪)ને એક બાજુએ ઉંડો કાઉન્ટરસંક ( countersunk ) કરેલો છે, અને તેને સ્પીન્ડલ K ઉપર શંકુ આકારની ખાંધ ( shoulder ) સામે ઢીલું બેસાડેલું છે. આ ખાંધની શંકુ આકારની સપાટી પીનીઅનના કાઉન્ટરસંકમાં બેસે છે. આ આકૃતિ ૮પમાં L આગળ બતાવ્યું છે. સ્પીન્ડલ Kના આંટાવાળા આગલા છેડા ઉપર આપેલી નટ Mની મદદ વડે સ્પીન્ડલ Kની શંકુ આકારની ખાંધને પીનીઅન (૪)ના કાઉન્ટરસંકમાં ખેંચવાથી પીનીઅન (૪) સ્પીન્ડલ K સાથે મજબુત પકડાય છે અને તેની સાથે ફરવા માંડે છે. નટ M ઢીલી કરવાથી પીનીઅન (૪) સ્પીન્ડલ K ઉપર તુરત ઢીલું થઈ જશે અને ફરતું અટકશે.

એજ પ્રમાણે પોતાની મેળેની (સેલ્ફ-એક્ટીંગ) સરફેસીંગ શીડ મેળવવા માટે સ્પીન્ડલ K ઉપર ચાવીથી સજ્જડ કરેલાં બ્લીલ (૩)ને સરફેસીંગ સ્લાઈડના સ્ક્રુ ઉપરનાં પીનીઅન (૧) સાથે ગીઅર કરેલું છે. આ પીનીઅન (૧)ની બન્ને બાજુએ કાઉન્ટરસંક બનાવેલા છે અને તેને સરફેસીંગ સ્ક્રુ ઉપર શંકુ આકારની ખાંધ સામે ઢીલું બેસાડેલું છે. સરફેસીંગ સ્ક્રુ પોકળ બનાવેલો છે, અને તેના વેલુમાંથી એક સળીયો S પસાર થાય છે. આ સળીયાને પાછલે છેડે એક શંકુ આકારની કોત્ર (conical collar) બેઝેલી છે જે પીનીઅન (૧)ની પાછલી બાજુ ઉપરના કાઉન્ટરસંકમાં બેસે છે, અને સળીયાનો આંટાવાળો આગલો છેડો સ્ક્રુમાંથી બહાર નીકળેલો છે અને તે ઉપર એક નટ N ચઢાવેલી છે, જે નટને ટાઈટ ( સજ્જડ ) કરવાથી આ બે શંકુઓને પીનીઅન (૧)ના બન્ને કાઉન્ટરસંકમાં ભગા ખેંચવામાં

આવે છે જેથી પીનીઅન (૧) સરફેસીંગ સ્ક્રુ સાથે મજબુત પકડાય છે, અને તેથી પીનીઅન (૧) સાથે સરફેસીંગ સ્ક્રુ પાણુ ફરવા માંડે છે. નટ N ઢીલી કરવાથી પીનીઅન (૧) સરફેસીંગ સ્ક્રુ ઉપર તુરત ઢીલું થઈ જશે અને સરફેસીંગ સ્ક્રુ ફરતો અટકશે. (જુઓ આકૃતિ ૮૫).



ટમ્બલર ગીઅર—સ્ક્રુના આંટા કાપવામાં (સ્ક્રુ-કટીંગમાં) સવળા (રાઈટ હેન્ડ) અથવા અવળા (લેફ્ટ હેન્ડ) આંટા મેળવવાને માટે અને સાદા

દાગીના ઉપર બંને દિશામાં લખાઈએ કાપ લેવાને માટે ઉપર વર્ણવેલી આ જુદી જુદી ચાલો (motions)ને ઉલટાવવામાં આવે છે. આ પ્રમાણે ચાલો ઉલટી કરવા માટે સ્ટડ (stud) N ઉપર ફરતી એક ફ્રેમ અથવા રોકર (rocker) ઉપર ટેકવેલાં ત્રણ નાનાં દાંતાનાં ચક્કરો વપરાય છે જેને “ટમ્બલર ગીઅર” (tumbler gear) કહે છે. જ્યારે રોકરને આકૃતિ ૮૬માં દેખાડ્યા પ્રમાણેનાં સ્થાને પકડવામાં આવે છે ત્યારે મેન્ડ્રીલ જે સવળી (સાઈટ હેન્ડેડ) દિશામાં ફરે છે તેજ ગતિ દાંતાનાં ચક્કર Nને મળશે. પણ જ્યારે રોકરનું સ્થાન બદલીને આકૃતિ ૮૭માં દેખાડ્યા પ્રમાણેનાં સ્થાને પકડવામાં આવે છે ત્યારે દાંતાનાં ચક્કર Nને ઉલટી ગતિ મળે છે; આ વેળાએ અવળા (લેફ્ટ હેન્ડેડ) આંટા કાપવા માટેની ચાલ મળે છે.

સ્કુના આંટા કાપવા માટે જોઈતાં ચેન્જ વ્હીલ્સ (change wheels બદલી શકાય એવાં દાંતાનાં ચક્કરો)ના દાંતાની સંખ્યા શોધવાની રીત—સ્કુ કટીંગ લેધમાં સ્કુના આંટા કાપવા માટે લેધ સાથે ચેન્જ વ્હીલ્સ (દાંતાનાં ચક્કરો) પુરાં પાડવામાં આવે છે. આ ચેન્જ વ્હીલ્સનો સંપૂર્ણ સેટ (Set) ઘણું કરીને ૨૨ વ્હીલ્સનો હોય છે, જેમાં ૨૦થી ૧૨૦ દાંતાનાં ચક્કરો સુધીમાં પાંચ પાંચ દાંતાનો વધારો આપેલો હોય છે, અને બે ચક્કરો દાંતાની એકજ સરખી સંખ્યાનાં આપવામાં આવે છે, જે ઘણું કરીને ૫૦ અથવા ૬૦ દાંતાનાં હોય છે, જે જ્યારે લીડીંગ સ્કુના પીચ જેટલાજ પીચના આંટા કાપવાના હોય ત્યારે વાપરી શકાય છે, જેથી ચક્કરોની એક કરતાં વધુ જોડી (કમ્પાઉન્ડ ટ્રેન) વાપરવાની જરૂર પડતી નથી.

અમુક પીચનો સ્કુ કાપવા માટે જોઈતાં ચેન્જ વ્હીલ્સની ગણતરી કરવા માટે લીડીંગ સ્કુના અને કાપવાન. સ્કુના પીચનું પ્રમાણ જાણવાની જરૂર હોય છે, તેમજ ફ્રાઇડીંગ વ્હીલ (ચક્રાવનારાં ચક્કર) અને ડ્રીવન વ્હીલ (ચાલનારાં ચક્કર) કઈ જગ્યાએ મુકવાં જોઈએ તે પણ બરાબર જાણવું જોઈએ. પહેલું ફ્રાઇડીંગ અથવા મેન્ડ્રીલ વ્હીલ

## સ્કુના આંટા કાપવા માટે જોઈતાં ચેન્જ વહીવટી રણ

ફાસ્ટ હેડ સ્ટોકની મેન્ડ્રીલ ઉપર પાધરૂં બેસાડવામાં આવે છે અથવા તો એક નાની જુદી શાફ્ટ ઉપર બેસાડવામાં આવે છે જે શાફ્ટ ઉપરથી તે વહીવટને ટમ્બલર ગીઅરની મારફતે મેન્ડ્રીલ ઉપરનાં વહીવટ સાથે ગીઅર કરી શકાય છે. ઇન્ટરમીડીએટ વહીવટને એક ખસી શકે એવા સ્ટડ અથવા પીન ઉપર બેસાડવામાં આવે છે જેને રેડીઅલ આર્મ અથવા ક્વાર્ન્ટમાં આપેલા ગાળામાં ઇચ્છિત સ્થાને સજ્જડ કરી શકાય છે. છેલ્લાં ડ્રીવન અથવા લીડીંગ સ્કુ ઉપરનાં વહીવટને લીડીંગ સ્કુ ઉપર સીધું બેસાડવામાં આવે છે. સઘળાં ચેન્જ વહીવટમાં ચાવીના ગાળા આપેલા હોય છે અને શાફ્ટ ઉપર યોગ્ય માપની ફેધર કી આપેલી હોય છે.

ચેન્જ વહીવટ એટલે દાંતાનાં ચક્કરો શોધવાની અગાઉ લીડીંગ સ્કુના અને કાપવાના સ્કુના પીચનું પ્રમાણ શોધવું જોઈએ. જો લીડીંગ સ્કુનો પીચ  $\frac{1}{2}$  ઇંચ હોય અથવા એક ઇંચમાં બે આંટા હોય તો લીડીંગ સ્કુના એક આંટામાં સેડલ  $\frac{1}{2}$  ઇંચ જેટલું આગળ ખસશે, અને તેજ વેળાએ જ દાગીના ઉપર ઓળ્લર કાપવાની ક્રિયા કરે છે તે દાગીનો જો એક આંટા ફરે તો તે ઉપર  $\frac{1}{2}$  ઇંચ પીચનો આંટા કપાશે. પરંતુ જો તેટલા વખતમાં દાગીનો બે આંટા ફરે તો પરિણામે  $\frac{1}{2}$  ઇંચ પીચનો આંટા કપાશે, કારણ કે દાગીનાના એક આંટા માટે તે વેળાએ સેડલ એટલે ઓળ્લરની ચાલ  $\frac{1}{2}$  ઇંચ જેટલી થશે. તેટલા માટે એમ માલમ પડશે કે કપાયલા સ્કુનો પીચ આપેલા વખતમાં તે સ્કુના આંટા (રિવોલ્યુશન) અને લીડીંગ સ્કુના આંટા (રિવોલ્યુશન)નાં પ્રમાણ ઉપર આધાર રાખે છે. આપેલા વખતમાં કાપવાના સ્કુના અને લીડીંગ સ્કુના આંટા (રિવોલ્યુશન)ની સંખ્યા વચ્ચેનું કાઈ પણ પ્રમાણ ચેન્જ વહીવટ વડે મેળવી શકાય છે અને તે મેળવવાની રીત નીચે પ્રમાણે છે:-  
ધારો કે લીડીંગ સ્કુ સવળા આંટાનો  $\frac{1}{2}$  ઇંચ પીચનો છે, અને તેટલાજ પીચનો સવળા આંટાનો સ્કુ કાપવાનો છે, ત્યારે લીડીંગ સ્કુ અને જો સળીયા ઉપર સ્કુના આંટા કાપવાના છે તે બન્ને એકજ દિશામાં

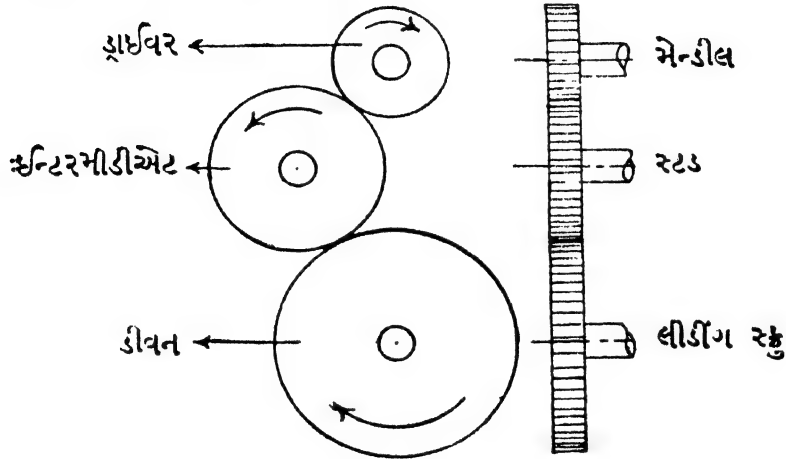
એકજ સરખા આંટા (રિવોલ્યુશન) ફરવા જોઈએ. મેન્ડ્રીલ ઉપર કોઈ પણ દાંતાનું ચક્કર અને લીડીંગ સ્કુ ઉપર તેટલાજ દાંતાનું ચક્કર બેસાડી તેમનું જોડાણ તેમની વચ્ચે એક સગવડ ભરેલા કોઈ પણ દાંતાનાં વચલાં (intermediate ઇન્ટરમીડીએટ) ચક્કર વડે કરીને આ પરિણામ મેળવી શકાય છે.

જ્યારે સવળા એટલે રાષ્ટ હેન્ડેડ સ્કુના આંટા કાપવા હોય ત્યારે સેડલ લુસ હેડસ્ટોક તરફથી ફાસ્ટ હેડસ્ટોક તરફ ચાલે છે. આમ કરવા માટે જો સવળા આંટાનો લીડીંગ સ્કુ હોય તો લીડીંગ સ્કુ અને કાપવાનો સ્કુ બન્ને એકજ દિશામાં ફરવા જોઈએ; અને અવળા એટલે લેફ્ટ હેન્ડેડ સ્કુના આંટા કાપતી વેળાએ સેડલ ઉલટી દિશામાં એટલે ફાસ્ટ હેડસ્ટોક તરફથી લુસ હેડસ્ટોક તરફ ચાલે છે. આ પ્રમાણે લીડીંગ સ્કુનાં ફરવાની દિશા ઉલટાવવા માટે ધણાખરા લેધોમાં આગળ વર્ણવ્યા પ્રમાણે ફાસ્ટ હેડસ્ટોકની પાછલી બાજુ ઉપર ટમ્બલર ગીઅર અથવા રીવર્સીંગ ગીઅર આપવામાં આવે છે. આ ટમ્બલર ગીઅરની મદદ વડે લીડીંગ સ્કુની ફરવાની દિશા ઉલટાવી શકાય છે અથવા ફરતો તુરત અટકાવી પણ શકાય છે, અને ડાઈવીંગ તથા ડ્રીવન બ્હીલ વચ્ચે વધારાનાં ઇન્ટરમીડીએટ બ્હીલની કશી જરૂર પડતી નથી.

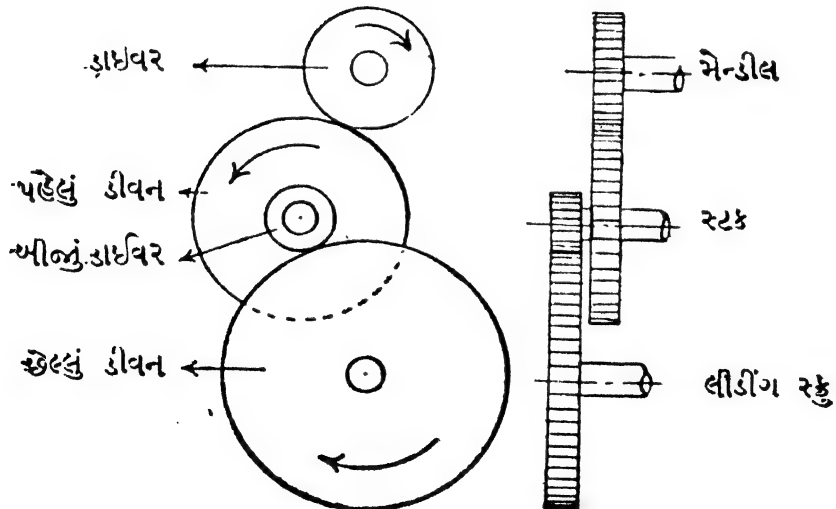
જો લેધોમાં કોઈપણ આકારનું રીવર્સીંગ ગીઅર (ઉલટાવવાની રચના) બેસાડેલું હોતું નથી તે લેધોમાં જ્યારે અવળા (લેફ્ટ હેન્ડેડ) આંટા કાપવાના હોય છે ત્યારે લીડીંગ સ્કુની ફરવાની દિશા દાંતાનાં ચક્કરો વડે ઉલટાવી શકાય છે. આવા લેધોમાં જ્યારે સવળા આંટા કાપવા હોય અને દાંતાનાં ચક્કરોની એક જોડી વાપરવાની હોય ત્યારે ડ્રાઈવીંગ બ્હીલ એટલે મેન્ડ્રીલ ઉપરનાં ચક્કર અને ડીવન બ્હીલ એટલે લીડીંગ સ્કુ ઉપરનાં ચક્કર વચ્ચે આકૃતિ ૮૮માં દેખાડ્યા પ્રમાણે ગમે એટલા દાંતાનું એક ઇન્ટરમીડીએટ બ્હીલ મુકવું જોઈએ. પણ જ્યારે દાંતાનાં ચક્કરો (ચેન્જ બ્હીલ્સ)ની બે જોડી (કમ્પાઉન્ડ

## રફુના આંટા કાપવા માટે જોઈતાં ચેન્જ વ્હીલ્સ રજૂ

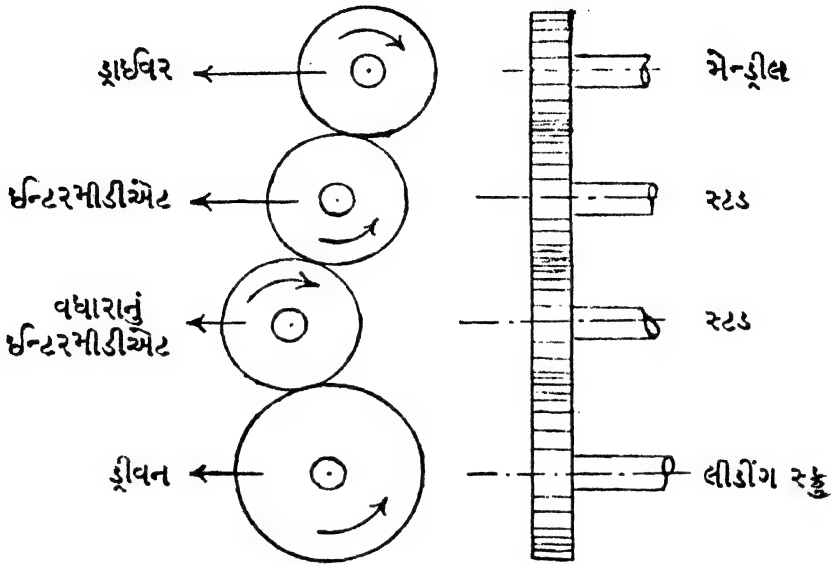
ત્રેન ) વાપરવાની જરૂર હોય ત્યારે આકૃતિ ૮૮માં દેખાડ્યા પ્રમાણે ઇન્ટરમીડીએટ વ્હીલની જરૂર પડતી નથી. વળી રીવર્સીંગ ગીઅર વગરના લેધોમાં અવળા આંટા કાપવા હોય અને દાંતાનાં ચક્કરો



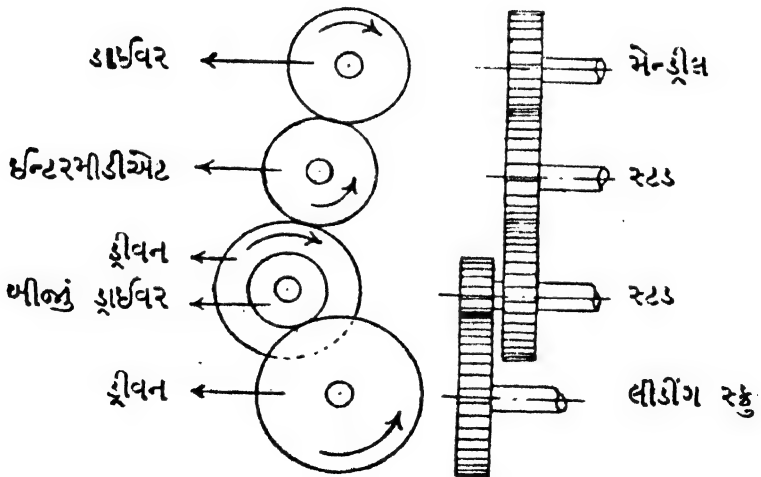
આકૃતિ ૮૮



આકૃતિ ૮૯



આકૃતિ ૯૦



આકૃતિ ૯૧

(ચિત્ર ૯૧)ની એક જોડી વાપરવાની હોય ત્યારે મેન્ડ્રીલ ઉપરનાં

## સ્કુના આંટા કાપવા માટે જોઈતાં ચેન્જ વહીવટી ૨૭૬

ડ્રાઇવિંગ વહીલ અને લીડિંગ સ્કુ ઉપરનાં રીવન વહીલની વચ્ચે ગમે એટલા દાંતાનાં ઈન્ટરમીડીએટ વહીલ ઉપરાંત સુગમ પડતા દાંતાની કોઈપણ સંખ્યાનું બીજું વધારાનું વહીલ મુકવામાં આવે છે જે આકૃતિ ૯૦માં બતાવ્યું છે. પણ જ્યારે દાંતાનાં ચક્કરોની બે જોડી (કમ્પાઉન્ડ ટ્રેન) વાપરવાની જરૂર હોય ત્યારે આકૃતિ ૯૧માં દેખાડ્યા પ્રમાણે મેન્ડ્રીલ ઉપરનાં પહેલાં ડ્રાઇવિંગ વહીલ અને ક્વાટર્ટની પીન ઉપરનાં પહેલાં રીવન વહીલ વચ્ચે દાંતાની કોઈ પણ સંખ્યાનું એક વધારાનું વહીલ મુકવામાં આવે છે.

જ્યારે દાંતાનાં ચક્કરો (ચેન્જ વહીલ્સ)ની એક જ જોડી (સાદી ટ્રેન) વાપરવાની જરૂર હોય ત્યારે જોઈતાં દાંતાનાં ચક્કરો શોધવા માટેનું પ્રમાણ નીચે પ્રમાણે છે:—

કાપવાના સ્કુનો પીચ ડ્રાઇવિંગ અથવા મેન્ડ્રીલ વહીલમાં દાંતાની સંખ્યા  
લીડિંગ સ્કુનો પીચ = રીવન અથવા લીડિંગ સ્કુ વહીલમાં દાંતાની સંખ્યા

જો દાંતાનાં ચક્કરો (ચેન્જ વહીલ્સ)ની બે જોડી (કમ્પાઉન્ડ ટ્રેન) વાપરવાની જરૂર હોય ત્યારે જોઈતાં દાંતાનાં ચક્કરો શોધવા માટેનું પ્રમાણ નીચે પ્રમાણે છે:—

કાપવાના સ્કુનો પીચ પહેલાં ડ્રાઇવિંગ અથવા મેન્ડ્રીલ વહીલમાં દાંતાની સંખ્યા  
લીડિંગ સ્કુનો પીચ = પહેલાં રીવન વહીલમાં દાંતાની સંખ્યા

બીજાં ડ્રાઇવિંગ વહીલમાં દાંતાની સંખ્યા  
× છેલ્લાં રીવન અથવા લીડિંગ સ્કુ વહીલમાં દાંતાની સંખ્યા

ઉપલાં પ્રમાણમાં પીચ અપૂર્ણાંકમાં જ લેવાની ખાસ સંભાળ રાખવી જોઈ એ; સ્કુની લંબાઈમાં આટલા આંટા છે એમ પીચ લેવો નહીં.

**દાખલો ૫—** ૬ ઈંચ પીચના લીડિંગ સ્કુવાળા લેધ ઉપર ૬ ઈંચ પીચનો એક સ્કુ કાપવાનો છે, તો તે માટે ચેન્જ વહીલ્સ (ચક્કરો) નક્કી કરો.

કાપવાના સ્કુનો પીચ મેન્ડ્રીલ વહીલમાં દાંતાની સંખ્યા  
લીડિંગ સ્કુનો પીચ = લીડિંગ સ્કુ વહીલમાં દાંતાની સંખ્યા



$$\frac{૧}{૨} = \frac{૧}{૨} \times ૪ = \frac{૧}{૧} \times \frac{૫૦}{૧૦} = \frac{૫૦}{૧૦}$$

આ દાખલામાં અને એનેજ મળતા બીજા દાખલામાં જેમાં પ્રમાણ સરખું હોય છે, અથવા બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો લીડીંગ સ્કુના પીચ જેટલાજ પીચનો સ્કુ કાપવાનો હોય છે ત્યારે એકજ સરખી દાંતાની સંખ્યાવાળાં કોઈપણ બે ચક્કર વાપરી શકાય. જો મેન્ડ્રીલ બીલ ૫૦ દાંતાનું લેવામાં આવે તો લીડીંગ સ્કુ ઉપરનું બીલ પણ ૫૦ દાંતાનું લેવું.

**દાખલો ૬**—દર ઇંચે બે આંટાવાળા પીચના લીડીંગ સ્કુવાળા લેધ ઉપર દર ઇંચે ૪ આંટાવાળા પીચનો સ્કુ કાપવાનો છે તો તે માટે ચક્કરો (ચેન્જ બીલ્સ) નક્કી કરો.

કાપવાના સ્કુનો પીચ = મેન્ડ્રીલ બીલમાં દાંતાની સંખ્યા  
લીડીંગ સ્કુનો પીચ = લીડીંગ સ્કુ બીલમાં દાંતાની સંખ્યા

$$\frac{૧}{૨} = \frac{૧}{૨} \times ૨ = \frac{૧}{૧} \times \frac{૨૦}{૨૦} = \frac{૨૦}{૨૦}$$

એમાં પ્રમાણ ૧ : ૨નું છે, તેટલા માટે આ પ્રમાણનાં કોઈ પણ ચક્કરો વાપરી શકાય. પ્રમાણની બન્ને સંખ્યાને ૨૦ વડે ગુણવાથી આપણને ૨૦ અને ૪૦ દાંતાનાં ચક્કરો, ૩૦ વડે ગુણવાથી ૩૦ અને ૬૦ દાંતાનાં ચક્કરો, ૪૦ વડે ગુણવાથી ૪૦ અને ૮૦ દાંતાનાં ચક્કરો મળશે, તેટલા માટે આ ચક્કરોની જોડીમાંની કોઈપણ એક જોડી વાપરી શકાય. એમાં નાનું ચક્કર ડ્રાઈવીંગ અથવા મેન્ડ્રીલ બીલ છે અને મોટું ડીવન અથવા લીડીંગ સ્કુ બીલ છે.

**દાખલો ૭**— $\frac{૧}{૨}$  ઇંચ પીચના લીડીંગ સ્કુ વાળા લેધ ઉપર દર ઇંચે ૧૦ આંટાવાળો સ્કુ કાપવાનો છે, તો તે માટે ચક્કરો (ચેન્જ બીલ્સ) નક્કી કરો.

$$\frac{૧}{૨} = \frac{૧}{૨} \times ૪ = \frac{૧}{૧} \times \frac{૨૦}{૨૦} = \frac{૨૦}{૨૦}$$

## સ્કુના આંટા કાપવા માટે જોઈતાં ચેન્જ વ્હીલ્સ ૨૮૧

એમાં પ્રમાણ ૧ : ૫નું છે, તેટલા માટે આ પ્રમાણનાં કોઈ પણ ચક્કરો વાપરી શકાય. પ્રમાણની બન્ને સંખ્યાને ૨૦ વડે ગુણવાથી આપણને ૨૦ અને ૧૦૦ દાંતાનાં ચક્કરો મળે છે. ૨૦ દાંતાનું ચક્કર મેન્ડીલ ઉપર અને ૧૦૦ દાંતાનું ચક્કર લીડીંગ સ્કુ ઉપર મુકવું જોઈએ.

**દાખલો ૮—**દર ઈંચે ૪ આંટાવાળા પીચના લીડીંગ સ્કુવાળા લેધ ઉપર  $\frac{૫}{૬}$  ઈંચના પીચનો એટલે ૫ ઈંચે ૮ આંટાવાળો સ્કુ કાપવાનો છે, તો તે માટેનાં ચક્કરો (ચેન્જ વ્હીલ્સ) નક્કી કરો.

$$\frac{૫}{૬} = \frac{૫}{૬} \times \frac{૪}{૧} = \frac{૫}{૩} \times \frac{૧૦}{૧૦} = \underline{\underline{\frac{૫૦}{૩}}}$$

એમાં મેન્ડીલ ઉપર ૫૦ દાંતાનું અને લીડીંગ સ્કુ ઉપર ૨૦ દાંતાનું ચક્કર મુકવું જોઈએ અથવા એજ પ્રમાણનાં બીજાં ચક્કરો પણ ગોઠવી શકાય.

**દાખલો ૯—** $\frac{૧}{૬}$  ઈંચ પીચના લીડીંગ સ્કુવાળા લેધ ઉપર દર ઈંચે એક આંટાવાળો એટલે ૧ ઈંચ પીચનો સ્કુ કાપવાનો છે, તો તે માટે ચક્કરો નક્કી કરો.

$$\frac{૧}{૬} = \frac{૧}{૬} \times \frac{૪}{૧} = \frac{૪}{૬} \times \frac{૨૦}{૨૦} = \underline{\underline{\frac{૮૦}{૩}}}$$

એમાં મેન્ડીલ ઉપર ૮૦ દાંતાનું અને લીડીંગ સ્કુ ઉપર ૨૦ દાંતાનું ચક્કર મુકવું જોઈએ.

**દાખલો ૧૦—** $\frac{૧}{૬}$  ઈંચ પીચના લીડીંગ સ્કુવાળા લેધ ઉપર દર ઈંચે ૯ $\frac{૧}{૨}$  આંટાવાળો સ્કુ કાપવાનો છે, તો તે માટેનાં ચક્કરો નક્કી કરો.

$$\frac{૧૯}{૬} = \frac{૧૯}{૬} \times \frac{૪}{૧} = \frac{૧૯}{૩} \times \frac{૫}{૫} = \underline{\underline{\frac{૯૫}{૩}}}$$

**દાખલો ૧૧—**દર ઇંચે ૪ આંટાવાળા પીચના લીડીંગ સ્ક્રુવાળા લેધ ઉપર ૧ $\frac{૩}{૪}$  ઇંચ પીચનો એટલે ૫ ઇંચની લંબાઈમાં ૪ આંટાવાળો સ્ક્રુ કાપવા માટેનાં ચક્કરો નક્કી કરો.

$$\frac{૫}{૧\frac{૩}{૪}} = \frac{૫}{૪} \times \frac{૪}{૩} = \frac{૫}{૩} = \underline{૧\frac{૨}{૩}}$$

**દાખલો ૧૨—** $\frac{૩}{૪}$  ઇંચ પીચના લીડીંગ સ્ક્રુવાળા લેધ ઉપર દર ઇંચે ૩ $\frac{૩}{૪}$  આંટાવાળો સ્ક્રુ કાપવાનો છે, તો તે માટે ચક્કરો નક્કી કરો.

$$\frac{૩\frac{૩}{૪}}{\frac{૩}{૪}} = \frac{૩}{૩} \times \frac{૩}{૧} = \frac{૪}{૩} \times \frac{૫}{૧} = \underline{૬\frac{૨}{૩}}$$

**દાખલો ૧૩—**દર ઇંચે બે આંટાવાળા પીચના લીડીંગ સ્ક્રુવાળા લેધ ઉપર  $\frac{૧}{૪}$  ઇંચ પીચનો સ્ક્રુ કાપવાનો છે, તો તે માટે ચક્કરો નક્કી કરો.

$$\frac{\frac{૧}{૪}}{\frac{૧}{૪}} = \frac{૧}{૧} \times \frac{૨}{૧} = \frac{૨}{૧} = \frac{૧}{૧} \times \frac{૨}{૧} = \underline{\frac{૨૦}{૧} \times \frac{૩૦}{૧}}$$

એમાં ૨૦ અને ૩૦ દાંતાનાં ચક્કરો ડ્રાઈવર્સ છે અને ૭૫ તથા ૯૦ દાંતાનાં ચક્કરો ડ્રીવન છે. મેન્ડ્રીલ ઉપર ૨૦ દાંતાનું અને લીડીંગ સ્ક્રુ ઉપર ૭૫ દાંતાનું ચક્કર મુકવું અને ક્વાડ્રન્ટની પીન ઉપર ૧૦૦ અને ૩૦ દાંતાનાં ચક્કરો મુકવાં. ૧૦૦ દાંતાનાં ચક્કરને મેન્ડ્રીલ ઉપરનાં ૨૦ દાંતાનાં ચક્કર સાથે ગીઅર કરવું અને ૩૦ દાંતાનાં ચક્કરને લીડીંગ સ્ક્રુ ઉપરનાં ૭૫ દાંતાનાં ચક્કર સાથે ગીઅર કરવું.

**દાખલો ૧૪—**દર ઇંચે ૪ આંટાવાળા પીચના લીડીંગ સ્ક્રુવાળા લેધ ઉપર દર ઇંચે ૪૫ આંટાવાળો સ્ક્રુ કાપવાનો છે, તો તે માટેનાં ચક્કરો ( ચેન્જ વ્હીલ્સ ) નક્કી કરો.

$$\frac{\frac{૪૫}{૪}}{\frac{૪૫}{૪}} = \frac{૪૫}{૪૫} \times \frac{૪}{૪} = \frac{૪}{૪} = \frac{૩}{૩} = \underline{\frac{૨૦}{૩} \times \frac{૩૦}{૩}}$$

## એકથી વધુ આંટાવાળા સ્ક્રુના આંટા કાપવા વિષે ૨૮૩

એમાં ૨૦ અને ૩૦ દાંતાનાં ચક્કરો ગ્રાઈવર્સ અને ૯૦ તથા ૭૫ દાંતાનાં ચક્કરો ફાવન છે.

એકથી વધુ આંટાવાળા ( મલ્ટીપલ થ્રેડેડ multiple threaded ) સ્ક્રુના આંટા કાપવા માટેનાં ચેન્જ વ્હીલ્સ એટલે દાંતાનાં ચક્કરો શોધવા વિષે—એક કરતાં વધુ આંટાવાળા સ્ક્રુ, જેવાકે, બેવડા આંટાવાળા, ત્રેવડા આંટાવાળા, વિગેરેના આંટા કાપવા માટે પહેલું ગ્રાઈવીંગ વ્હીલ ધણું કરીને એવી રીતે પસંદ કરવામાં આવે છે કે તે વ્હીલ કાપવાના સ્ક્રુમાંના જુદા જુદા આંટાની સંખ્યા વડે એક સરખી રીતે ભાગી શકાય. દાખલા તરીકે, બેવડા આંટાવાળા (ડબલ થ્રેડેડ) સ્ક્રુ કાપવા માટે બેક્રી સંખ્યાના દાંતાવાળું પહેલું ગ્રાઈવર વાપરવું જોઈએ; ત્રેવડા આંટાવાળા (ત્રીપલ થ્રેડેડ) સ્ક્રુ કાપવા માટે ૩ વડે ભાગી શકાય એટલા દાંતાનું, જેવું કે ૩૦, ૬૦, અથવા ૯૦ દાંતાનું પહેલું ગ્રાઈવર વાપરવું જોઈએ.

દાખલો ૧૫—એક લેધ ઉપર ૧ $\frac{૩}{૪}$  ઇંચ પીચનો અથવા ૩ ઇંચની લંબાઈમાં ૨ આંટાવાળો બેવડા આંટાનો ( ડબલ થ્રેડેડ ) સ્ક્રુ કાપવાનો છે; લીડીંગ સ્ક્રુનો પીચ  $\frac{૩}{૪}$  ઇંચ છે, તો દાંતાનાં ચક્કરો શોધો.

$$\frac{\frac{૩}{૪}}{\frac{૩}{૪}} = \frac{૩}{૪} \times ૬ = ૬ \times ૨૦ = \underline{૧૨૦}$$

એમાં પહેલું ગ્રાઈવર ૧૨૦ દાંતાનું છે જેને ૨ વડે એક સરખી રીતે ભાગી શકાશે.

દાખલો ૧૬— $\frac{૩}{૪}$  ઇંચ પીચના લીડીંગ સ્ક્રુવાળા લેધ ઉપર ૨ $\frac{૩}{૪}$  ઇંચ પીચના અથવા ૯ ઇંચની લંબાઈમાં ૪ આંટાવાળો ત્રેવડા આંટાનો (ત્રેપલ થ્રેડેડ) સ્ક્રુ કાપવાનો છે, તો તે માટે ચક્કરો (ચેન્જ વ્હીલ્સ) નક્કી કરો.

$$\frac{\frac{૩}{૪}}{\frac{૩}{૪}} = \frac{૬}{૪} \times ૩ = \frac{૬}{૪} \times ૧૦ = \underline{૧૫}$$

એમાં ગ્રાઈવર ૧૫ દાંતાનું છે જેને ૩ વડે સરખી રીતે ભાગી શકાશે.

જીદા જીદા પીચના આંટાઓના રકું કાપવા માટે જોઈતાં  
ઘાંતાનાં ચક્કરો ( ચેન્જ વ્હીલ્સ )ના કોઠા.

દર ઇંચે બે આંટાવાળા લીડીંગ રકું સાથના લેધ માટે

દર ઇંચ દીઠ કાપવાના આંટા	ગ્રાઇવર્સ	ડ્રીવન	દર ઇંચ દીઠ કાપવાના આંટા	ગ્રાઇવર્સ	ડ્રીવન
૧	૮૦	૪૦	૭૩	૨૦	૭૫
૧ ૧/૨	૮૦	૪૫	૮	૨૦	૮૦
૧ ૧/૪	૮૦	૫૦	૯	૨૦	૯૦
૧ ૧/૨	૮૦	૫૫	૧૦	૨૦	૧૦૦
૧ ૧/૪	૮૦	૬૦	૧૧	૨૦	૧૧૦
૧ ૧/૨	૬૦ ૧૦૦	૭૫ ૬૫	૧૨	૨૦	૧૨૦
૧ ૧/૪	૮૦	૭૦	૧૩	૨૦ ૫૦	૬૫ ૧૦૦
૧ ૧/૨	૮૦	૭૫	૧૪	૨૦ ૭૫	૧૦૦ ૧૦૫
૧ ૧/૪	૬૦	૬૦	૧૫	૨૦ ૮૦	૧૦૦ ૧૨૦
૨	૪૦	૪૫	૧૬	૨૫ ૩૦	૫૦ ૧૨૦
૨ ૧/૨	૮૦	૯૫	૧૭	૨૦ ૬૦	૮૫ ૧૨૦
૨ ૧/૪	૪૦	૫૦	૧૮	૨૫ ૪૦	૭૫ ૧૨૦
૨ ૧/૨	૮૦	૧૦૫	૧૯	૨૫ ૪૦	૯૫ ૧૦૦
૨ ૧/૪	૪૦	૫૫	૨૦	૨૦ ૪૦	૮૦ ૧૦૦
૨ ૧/૨	૪૦ ૧૦૦	૧૧૫ ૨૫	૨૧	૨૦ ૪૦	૭૦ ૧૨૦
૩	૪૦	૬૦	૨૨	૨૦ ૩૦	૬૦ ૧૧૦
૩ ૧/૨	૪૦	૬૫	૨૩	૨૦ ૫૦	૧૦૦ ૧૧૫
૩ ૧/૪	૪૦	૭૦	૨૪	૨૫ ૩૦	૭૫ ૧૨૦
૪	૪૦	૭૫	૨૫	૨૦ ૩૦	૭૫ ૧૦૦
૪ ૧/૨	૩૦	૬૦	૨૬	૨૦ ૨૫	૬૫ ૧૦૦
૪ ૧/૪	૪૦	૯૦	૨૮	૨૦ ૨૫	૭૦ ૧૦૦
૫	૩૦	૭૫	૩૦	૨૦ ૩૦	૯૦ ૧૦૦
૫ ૧/૨	૨૦	૫૫	૩૫	૨૦ ૩૦	૧૦૦ ૧૦૫
૬	૩૦	૯૦	૪૦	૨૦ ૩૦	૧૦૦ ૧૨૦
૬ ૧/૨	૨૦	૬૫	૫૦	૨૦ ૨૦	૧૦૦ ૧૦૦
૭	૨૦	૭૦			

સ્કુના આંટા કાપવા માટે જોઈતાં ચેન્જ વહીવટ ૨૮૫  
જુદા જુદા પીચના આંટાઓના સ્કુ કાપવા માટે જોઈતાં  
દાંતાનાં ચક્કરો ( ચેન્જ વહીવટ ) નો કોડો.  
દર ઇંચે ચાર આંટાવાળા લીડીંગ સ્કુ સાથેના લેધ માટે

દર ઇંચ દીઠ કાપવાના આંટા	ડાઈવર્સ	ડીવન	દર ઇંચ દીઠ કાપવાના આંટા	ડાઈવર્સ	ડીવન
૧	૧૦૦	૨૫	૭૩	૪૦	૭૫
૧ ૧/૨	૬૦ ૮૦	૪૫ ૩૦	૮	૪૦	૮૦
૧ ૧/૨ ૧/૨	૮૦	૨૫	૯	૪૦	૯૦
૧ ૧/૨ ૧/૨ ૧/૨	૮૦ ૧૨૦	૧૧૦ ૩૦	૧૦	૪૦	૧૦૦
૧ ૧/૨ ૧/૨ ૧/૨ ૧/૨	૮૦	૩૦	૧૧	૪૦	૧૧૦
૧ ૧/૨ ૧/૨ ૧/૨ ૧/૨ ૧/૨	૬૦ ૮૦	૬૫ ૩૦	૧૨	૪૦	૧૨૦
૧ ૧/૨ ૧/૨ ૧/૨ ૧/૨ ૧/૨ ૧/૨	૮૦	૩૫	૧૩	૨૦	૬૫
૧ ૧/૨ ૧/૨ ૧/૨ ૧/૨ ૧/૨ ૧/૨ ૧/૨	૪૦ ૮૦	૫૦ ૩૦	૧૪	૨૦	૭૦
૨	૮૦	૪૦	૧૫	૨૦	૭૫
૨ ૧/૨	૮૦	૪૫	૧૬	૨૦	૮૦
૨ ૧/૨ ૧/૨	૪૦ ૧૦૦	૯૫ ૨૫	૧૭	૨૦	૮૫
૨ ૧/૨ ૧/૨ ૧/૨	૮૦	૫૦	૧૮	૨૦	૯૦
૨ ૧/૨ ૧/૨ ૧/૨ ૧/૨	૪૦ ૧૦૦	૧૦૫ ૨૫	૧૯	૨૦	૯૫
૨ ૧/૨ ૧/૨ ૧/૨ ૧/૨ ૧/૨	૮૦	૫૫	૨૦	૨૦	૧૦૦
૨ ૧/૨ ૧/૨ ૧/૨ ૧/૨ ૧/૨ ૧/૨	૪૦ ૧૦૦	૧૧૫ ૨૫	૨૧	૨૦ ૪૦	૬૦ ૭૦
૩	૮૦	૬૦	૨૨	૨૦	૧૧૦
૩ ૧/૨	૮૦	૬૫	૨૩	૨૦	૧૧૫
૩ ૧/૨ ૧/૨	૮૦	૭૦	૨૪	૨૦	૧૨૦
૩ ૧/૨ ૧/૨ ૧/૨	૮૦	૭૫	૨૫	૨૦ ૩૦	૫૦ ૭૫
૪	૪૦	૪૦	૨૬	૨૦ ૩૦	૬૦ ૬૫
૪ ૧/૨	૪૦	૪૫	૨૮	૨૦ ૩૦	૪૦ ૧૦૫
૫	૪૦	૫૦	૩૦	૨૦ ૪૦	૬૦ ૧૦૦
૫ ૧/૨	૪૦	૫૫	૩૫	૨૦ ૩૦	૭૦ ૭૫
૬	૩૦	૪૫	૪૦	૨૦ ૪૦	૮૦ ૧૦૦
૬ ૧/૨	૪૦	૬૫	૫૦	૨૦ ૩૦	૭૫ ૧૦૦
૭	૪૦	૭૦			

કોઈ પણ પીચના આંટા કાપવા માટે શોધી કાઢેલાં ચેન્જ વ્હીલ્સ (દાંતાનાં ચક્કરો) બરાબર છે કે કેમ તેનો તાળો મળવવાની રીત—જો દાંતાનાં ચક્કરની માત્ર એક જોડી (સાદી ત્રેન) વપરાઈ હોય તો ડ્રીવન અથવા લીડીંગ સ્ક્રુ ઉપરનાં વ્હીલમાંના દાંતાની સંખ્યાને ડ્રાઈવર અથવા મેન્ડ્રીલ વ્હીલમાંના દાંતાની સંખ્યા વડે ભાગી લીડીંગ સ્ક્રુમાંના દર ઇંચ દીઠ આંટાની સંખ્યા વડે ગુણવાથી કાપવાના સ્ક્રુના દર ઇંચ દીઠ આંટાની સંખ્યા મળશે.

**દાખલો ૧૯**— $\frac{1}{2}$  ઇંચ પીચના લીડીંગ સ્ક્રુવાળા એક લેધમાં એક સ્ક્રુના આંટા કાપવા માટેનાં દાંતાનાં ચક્કરો ગોઠવેલાં છે. મેન્ડ્રીલ ઉપરનાં ચક્કરમાં ૪૦ દાંતા અને લીડીંગ સ્ક્રુ ઉપરનાં ચક્કરમાં ૨૦ દાંતા છે, તો તે સ્ક્રુ ઉપર દર ઇંચ દીઠ કેટલા આંટાનો પીચ કપાશે?

$$20 \div 40 = \frac{20}{40} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \underline{2 \text{ આંટા દર ઇંચ દીઠ}}$$

જો દાંતાનાં ચક્કરોની બે જોડી (કમ્પાઉન્ડ ત્રેન) વપરાઈ હોય તો બન્ને ડ્રાઈવીંગ વ્હીલ્સના ગુણાકાર વડે બન્ને ડ્રીવન વ્હીલ્સના ગુણાકારને ભાગવા, અને જો ભાગાકાર આવે તેને લીડીંગ સ્ક્રુમાંના દર ઇંચ દીઠ આંટાની સંખ્યા વડે ગુણવાથી કાપવાના સ્ક્રુના દર ઇંચ દીઠ આંટાની સંખ્યા મળશે.

**દાખલો ૨૦**—એક લેધમાં દાંતાનાં ચક્કરની બે જોડી (કમ્પાઉન્ડ ત્રેન) એક સ્ક્રુ કાપવા માટે ગોઠવેલી છે. ડ્રાઈવર્સ ૪૦ અને ૫૦ દાંતાનાં છે, અને ડ્રીવન ૧૨૫ અને ૧૦૦ દાંતાનાં છે. લીડીંગ સ્ક્રુનો પીચ  $\frac{1}{2}$  ઇંચ છે, તો તે સ્ક્રુ ઉપર દર ઇંચ દીઠ કેટલા આંટા કપાશે?

$$(125 \times 100) \div (40 \times 50) = \frac{125 \times 100}{40 \times 50} = \frac{25}{4}$$

$$\frac{25}{4} \times \frac{1}{2} = \underline{25 \text{ આંટા દર ઇંચ દીઠ}}$$

**એકી સંખ્યાના આંટા કાપવાની રીત**—કોઈપણ પીચના લીડીંગ સ્ક્રુવાળા લેધમાં અમુક પીચના આંટા કાપવાની ક્રિયા દરમ્યાન આંટાઓ કપાઈ જવાનો સંભવ રહે છે.

જો ઓળરના એકજ કાપ (કટ)માં સંપૂર્ણ આંટા કપાઈ શકતો હોય તો આંટા કપાઈ જવાની મુશ્કેલી કદી પણ ઉભી થશે નહિ, પણ લગભગ સધળા આંટાઓ સંપૂર્ણ રીતે કાપવા માટે ઘણા કાપો (કટ) લેવાની જરૂર પડે છે, તેટલા માટે સ્ક્રુ ઉપર આંટાના કાપો લેતી વેળાએ ઓળર આંટામાં બરાબર રીતે ક્યારે એસી શકે તે બાબત જરૂરી હોય છે.

દર ઇંચે બે આંટાવાળા અથવા  $\frac{1}{2}$  ઇંચ પીચના લીડીંગ સ્ક્રુ સાથના લેધ ઉપર દર ઇંચે બેકા (even) સંખ્યાના આંટાના સ્ક્રુ કાપતી વેળા જો ઓળરને પહેલો કાપ લીધા પછી લંબાઈની દિશામાં ખસેડ્યું ન હોય, તો આંટા કપાઈ જવાની ધાસ્તી વિના કોઈપણ સ્થાન આગળથી નટને લીડીંગ સ્ક્રુમાં ભેરવી શકાય છે.

જો દર ઇંચે ચાર આંટાવાળા અથવા  $\frac{1}{4}$  ઇંચ પીચના લીડીંગ સ્ક્રુ સાથના લેધ ઉપર જ્યારે બેકી સંખ્યાના આંટાવાળા સ્ક્રુ કાપવામાં આવે, ત્યારે આંટા કપાઈ જવાની ધાસ્તી વિના ચાર વડે ભાગી શકતા દર ઇંચ દીઠ સધળી સંખ્યાના આંટા, જેવા કે, ૪, ૮, ૧૨, ૧૬, ૨૪ વિગેરે કાપી શકાય છે.

દર ઇંચે બેકા (even) સંખ્યાના આંટાવાળા લીડીંગ સ્ક્રુ સાથના લેધ ઉપર દર ઇંચે એકી (odd) સંખ્યાના આંટાના સ્ક્રુ કાપતી વેળા કાપો (કટ) બરાબર ચોક્કસ રીતે શરૂ કરવા માટે લેધની ઉપર ચાક વડે નિશાની (માર્ક) કરવાની જરૂર હોય છે.

અપૂર્ણ આંટા (fractional threads), જેવા કે દર ઇંચે  $1\frac{1}{2}$  આંટા અથવા  $1\frac{1}{4}$  ઇંચ પીચ, કાપતી વેળાએ લીડીંગ સ્ક્રુનો પીચ ગમે એટલો હોય તોપણ સધળી બાબતમાં લેધ ઉપર ચાક વડે નિશાની કરવાની જરૂર હોય છે.



**ઐકી (odd) સંખ્યાના આંટા કાપવા માટે લેધ ઉપર નિશાન ( માર્ક ) કરવાની રીત**—જ્યારે આંટા કપાઈ જવાની ધાસ્તી વિના સ્કુના આંટા કાપવાનું અશક્ય હોય છે, ત્યારે લેધના ચોક્કસ ભાગોને નિશાન કરવાની જરૂર પડે છે. આ નિશાન કરવાની મતલબ એ છે કે ઓળરે જે સ્થાનેથી પહેલો કાપ ( કટ ) શરૂ કર્યો હોય તેજ સ્થાનેથી પાછલના દરેક કાપો બરાબર શરૂ થવાની ખાત્રી મળે.

લેધને નિશાન કરવા માટે, પહેલું, દુલ હોલર ( ઓળર પકડનાર )માં ઓળરને બરાબર રીતે ગોઠવવું; બીજું, દાગીનાને અનુકુળ આવે એમ કાઈ પણ રીતે કાપ શરૂ કરવાનાં સ્થાન માટેનાં સેડલનાં સ્થાનને ( લુસ હેડસ્ટોકની સાથે સેડલને અડધાવીને અથવા લેધ બેડ ઉપર સેડલ અને લુસ હેડસ્ટોકની વચ્ચે લાકડાંના ટુકડો મુકાને ) નિશાન કરવી; ત્રીજું, લીડીંગ સ્કુમાં ઘણીજ સહેલાઈથી તદ્દન મોકળી રીતે નટ ભેરવાય ત્યાં સુધી લેધને પટાની મદદ વડે હાથથી ફેરવવો; ચોથું, મેન્ડીલના છેડા ઉપરની દાગીનાને ચલાવનારી ડાઈવીંગ પ્લેટ ( અથવા ડાઈવિર ) ઉપર અથવા મેન્ડીલ ઉપર ચાક વડે નિશાન કરવી અને વળી તેજ વેળાએ લીડીંગ સ્કુ ઉપર બીજી નિશાન કરવી. કાપની ઉંડાઈ માટે ઓળરને ગોઠવ્યા પછી લેધ ચાલુ કરવાને માટે તૈયાર થશે. દરેક કાપ લેતી વેળા કાપની ઉંડાઈ માટેની નિશાન ચાક વડે સરફેસીંગ સ્કુની આગલી બેરીંગ ઉપર અને હેન્ડલના બોસ ઉપર એકી વેળાએ કરવી, જેથી કાપની બોર્ધએ એટલી ઉંડાઈ દરેક કાપ લેતી વેળા ગોઠવવાનું સુગમ પડે છે. પહેલો કાપ ( કટ ) લઈ રહ્યા પછી લેધને થોભાવવો (ચાલતો બંધ કરવો), અને સેડલને કાપની શરૂઆત કરવાનાં સ્થાને લાવવું, સઘળાં નિશાન મળી રહે ત્યાં સુધી લેધને પટાની મદદ વડે હાથથી ફેરવવો, ત્યાર બાદ તે લેધ બીજી કાપ માટે તૈયાર હોય છે.

**એકથી વધુ આંટાવાળા ( multiple threaded ) સ્કુના આંટા કાપવાની રીત**—સાદી નજરે આ આંટા કાપવાની

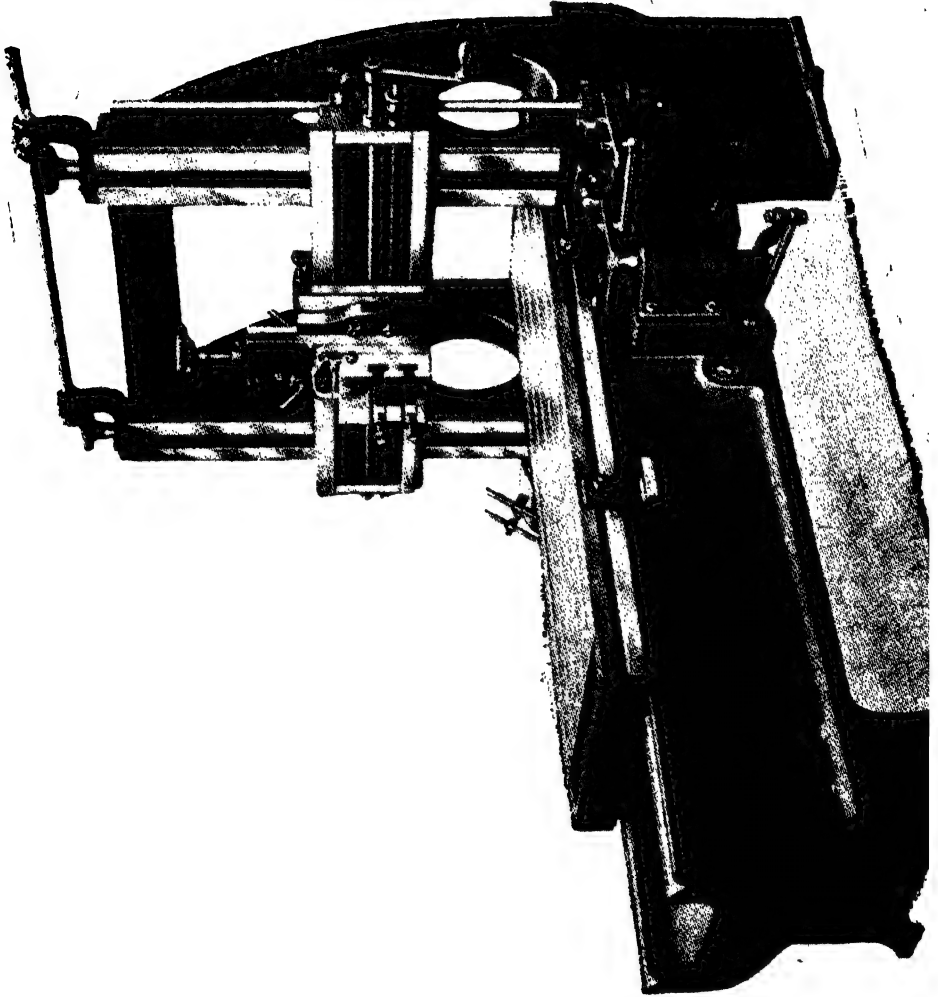
## એકથી વધુ આંટાવાળા સ્કુના આંટા કાપવાની રીત ૨૮૯

બાબત ઘણી સાદી લાગે છે, તેમજ તેનાં એન્જ બીલ્ડસ (દાંતાનાં ચક્કરો)ની ગણતરી કરવાનું અને લેધ ઉપર નિશાન કરવાનું સહેલું માલમ પડે છે, પણ બ્વલ્હારમાં ખામી રહિત ઉત્તમ એવડ (ડબલ) ત્રેવડ (ત્રીપ્લ), અથવા ચોવડ (ક્વાર્ટ્રલ) આંટા કાપવા અગાઉ ઘણા અનુભવની જરૂર હોય છે.

આ જાતના આંટા કાપવાની રીત નીચે પ્રમાણે છે:—પહેલાં, લગભગ જોઈતી ઉંડાઈનો (તૈયાર ઉંડાઈ કરતાં લગભગ  $\frac{1}{2}$  ઇંચ ઓછી ઉંડાઈનો) એક આંટો કાપવામાં આવે છે. ત્યાર પછી લેધને કાપ લેવાની શરૂઆતનાં સ્થાને લાવી પહેલાં ડ્રાઈવરને સ્કુના જુદા જુદા આંટાની સંખ્યા જેટલી સંખ્યામાં વિભક્ત કરી ચાક વડે નિશાન કરવામાં આવે છે; અને પહેલાં ડ્રાઈવર ઉપરનાં નિશાન કરેલા દાંતાની દરેક બાજુ ઉપર આવતાં ઈન્ટર્મીડીએટ અથવા પહેલાં ડ્રીવન બીલ્ડના બે દાંતા ઉપર ચાક વડે નિશાન કરવામાં આવે છે. ત્યારબાદ રેડીઅલ આર્મ અથવા ક્વાર્ટન્ટને નીચે ઉતારવામાં આવે છે અને જ્યાંસુધી પહેલાં ડ્રાઈવર ઉપરનો બીજો નિશાન કરેલો દાંતો ઈન્ટર્મીડીએટ અથવા પહેલાં ડ્રીવન બીલ્ડ ઉપરના પેલા નિશાન કરેલા બે દાંતાઓ વચ્ચે ગીઅર થાય ત્યાં સુધી લેધને પટાની મદદ વડે હાથથી ફેરવવામાં આવે છે. ત્યારબાદ બીજો આંટો કાપવામાં આવે છે. આ પ્રમાણેની ક્રિયા જ્યાં સુધી આંટાની સઘળી સંખ્યા કપાઈ રહે ત્યાં સુધી ફરી ફરીને કરવામાં આવે છે. દરેક કાપ માટે બરાબર એક્સરખી ઉંડાઈએ ઓળખરને રાખી દરેક ગાળાની જોઈતી તૈયાર ઉંડાઈ માટેનો છેલ્લો (શીનીસીંગ) કાપ લેવાનું સાધારણ હોય છે.

એક કરતાં વધુ આંટાવાળા (મલ્ટીપ્લ ટ્રેડેડ) સ્કુના કેટલાક પીચોના આંટા કાપવામાં લેધ ઉપર નિશાન કરવાની જરૂર પડે છે, ત્યારે લેધ મેન્ડ્રીલ ઉપરનું અથવા ડ્રાઈવીંગ પ્લેટ ઉપરનું નિશાન જુદા જુદા આંટા માટેના દરેક કાપ લેતી વેળા ગમે તો બદલવું અથવા તે નિશાન આગળ ૧, ૨, ૩, વિગેરે આંકડાઓ (નંબરો) આપવા.

## પ્લેનીંગ મશીન અથવા પ્લેનર (Planing Machine or Planer)



આકૃતિ ૯૨

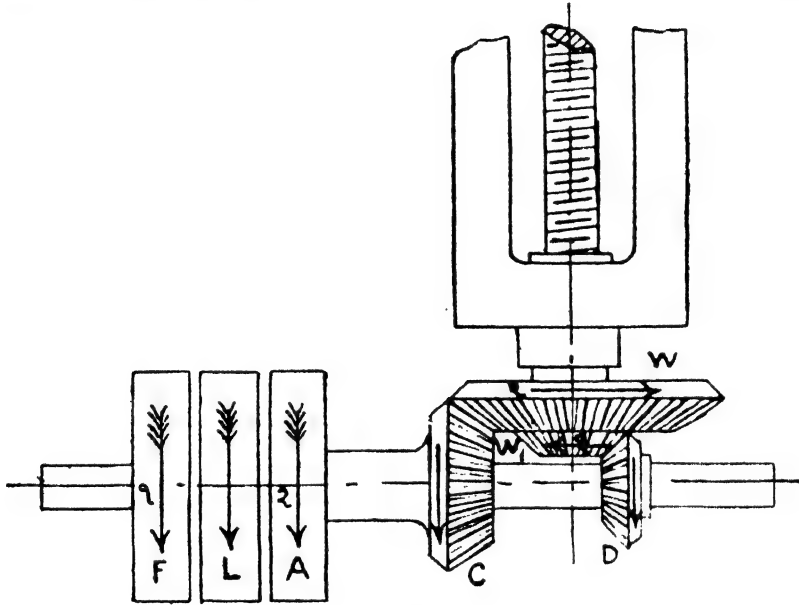
પ્લેનીંગ મશીનનો સામાન્ય આકાર આકૃતિ ૯૨માં બતાવ્યો છે, તે બેડ (bed)નાં મથાળામાં આપેલા બે “વી” (V) આકારના

ગાળામાં બેસતી તેવાજ આકારની બે સ્લાઈડ સાથેની એક ટેબલનું અનેકું છે. બેઠક ઉપર બે ઉભા થાંભલા (સ્ટેન્ડર્ડ Standards) એકજ ટુકડે ઓતીને (ક્રાસ્ટ કરીને) બનાવેલા છે, જે ઉપર આડો પાટો (ક્રોસ સ્લાઈડ cross rail or cross slide) ટેકવેલો છે. ઉભા થાંભલા અને આડા પાટાની સપાટીઓ ચપટી સફાઈદાર બનાવી સ્કેપર વડે શુદ્ધ (દુર્ગમ) કરેલી હોય છે. ઉભા સ્કુ અને બેવડા બહીલસને ચલાવના મથાળે આપેલા હાથા (હેન્ડલ)ની મદદ વડે ક્રોસ સ્લાઈડ (આડા પાટા)ની ઉંચાઈ ગોઠવી શકાય છે. ક્રોસ સ્લાઈડ ઉપર એક સેડલ બેસાડેલું છે જેની સાથે સ્લાઈડ અને ટુલ્સહોલ્ડર (ઓગ્નર પકડનાર) જોડેલું છે, અને સેડલને ગમે તો હાથ વડે અથવા તો પોતાની મેજે (ઓટોમેટીક) ચોરસ આંટાવાળા સ્ક્રુની મારફતે આડી દિશામાં ચલાવી શકાય છે. ઓગ્નરને હાથ વડે અથવા પોતાની મેજે ઉપર નાચે ચલાવી શકાય છે, અને મશીન ચાલતું હોય તે દરમિયાન પણ ઓગ્નરની ફીડમાં ફેરફાર કરી શકાય છે. ક્રાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપર આપેલી બે જુદા જુદા વ્યાસની પુલીઓ જેમાંની એક વડે ઝડપી વળતો સ્ટ્રોક મળે છે તે ઉપરથી મશીનની પુલીઓને વારાફરતી ઓપન અને ક્રોસ બેલ્ટ વડે ચલાવી રેક અને પીનીઅનની મદદ વડે ટેબલને ચલાવવામાં આવે છે. ટેબલની બાજુમાં આપેલા “ટી” (T) આકારના ગાળામાં બોલ્ટ વડે જોડેલી જોઈંટિંગ સ્થાને ખસેડીને ગોઠવી શકાય એવી ડેસીઓ (ટેપેટ tappets)ની મદદ વડે ટેબલના સ્ટ્રોકની લંબાઈને વ્યવસ્થિત (રેગ્યુલેટ) કરી શકાય છે. આ ડેસીઓ (ટેપેટ) પટાને એક પુલી ઉપરથી બીજી પુલી ઉપર ખસેડનારી રચનાને ચલાવનારાં લીવરને અડે છે. ટેબલ ઉપર દાગીનાને મશીન વાઇસ વડે, અથવા બોલ્ટ, પાટા (ક્લેમ્પ) અથવા બીજી કોઈ સગવડ ભરેલી યુક્તિ વડે સજ્જડ પકડવામાં આવે છે.

**ટેબલના આગળ પાછળની ગતિ મેળવવાની રીતો:—**

(૧) સ્કુ અને નટ વડે ટેબલને આગળ પાછળ ચલાવવાની રીત—આકૃતિ ૯૩માં ટેબલને સ્કુ અને નટ વડે આગળ

પાછળ ચલાવવા માટેની રચના દેખાડી છે, જે રચના વડે એક દિશામાં સ્ક્રુની ફરવાની ઝડપને બીજી દિશા કરતાં ઝડપી કરવામાં આવે છે, જેથી કાપ લેતી વેળાના (કટીંગ) સ્ટ્રોક દરમિયાન જે ઝડપ મળે છે તેનાં કરતાં વળતા સ્ટ્રોક દરમિયાન વધુ ઝડપ મળે છે. એમાં સ્ક્રુ ઉપર જુદા જુદા કદનાં બે બેવલ બહીલ્સ  $W$  અને  $W_v$  ને ચાવી વડે સંજોગ કરેલાં છે, અને વારાફરતી તેમાંનાં દરેક બહીલ મારફતે સ્ક્રુને



આકૃતિ ૯૩

ચલાવવાની ક્રિયા થાય છે. સ્ક્રુ માટેની નટો ટેબલ સાથે તેનાં તળીયા ઉપર બે પી છે. સ્ક્રુને આમ તેમ ચાલતો અટકાવી માત્ર ગોળ ફેરવવામાં આવે છે, જેથી નટ અને તે સાથે જોડેલી ટેબલ આમતેમ ચાલે છે. આ રચનામાં ચલાવવાની ક્રિયા માત્ર એકજ પટ્ટા વડે કરવામાં આવે છે. પુલીઓ ત્રણ છે, જેમાંની મધ્યની પુલી  $L$  લુસ (ઢીલી) પુલી છે; બહારની પુલી  $F$ ને શાફ્ટ સાથે સંજોગ કરેલી છે, જે શાફ્ટ પુલી  $A$ માંથી પસાર થાય છે. બેવલ પીનીઅન  $D$ ને

## સ્ક્રુ અને નટ વડે ટેબલને ચલાવવાની રીત ૨૯૩

પણુ શાફ્ટ ઉપર સજ્જડ કરેલું છે; પુલી Aને ગમે તો બેવલ પીનીઅન C સાથે એકજ ટુકડે બનાવેલી હોય છે અથવા તો તેઓ બન્ને એકજ ટુકડે બની રહે એમ તેને બેવલ પીનીઅન Cના બે.સ ઉપર સજ્જડ કરેલી હોય છે. આ પુલી A અને તેની સાથનું પીનીઅન C શાફ્ટ ઉપર ઢીલું હોય છે અને શાફ્ટથી સ્વતંત્ર ફરે છે. બેવલ વ્હીલ્સ W અને  $W_1$  ને સ્ક્રુ સાથે સજ્જડ કરેલાં છે. જો પટો લુસ (ઢીલી) પુલી L ઉપર હોય તો મશીન બંધ રહેશે. જો પટાને પુલી F ઉપર ખસેડવામાં આવે, તો શાફ્ટ અને તેની સાથે તે ઉપરનું બેવલ પીનીઅન D ચાલશે, જેથી તે સાથે ગીઅર થતું નાનું બેવલ વ્હીલ  $W_1$  અને સ્ક્રુ આંકડા (૧) વડે દર્શાવેલા તીર વડે દેખાડેલી દિશામાં ચાલશે. જો પટાને પુલી A ઉપર ખસેડવામાં આવે, તો બેવલ પીનીઅન C શાફ્ટથી સ્વતંત્ર ચાલશે; આ પીનીઅન C પીનીઅન Dની સામી તરફ મોટાં બેવલ વ્હીલ W સાથે ગીઅર થતું હોવાથી સ્ક્રુ ઉલટી દિશામાં એટલે આંકડા (૨) વડે દર્શાવેલા તીર વડે દેખાડેલી દિશામાં ધીમી ઝડપે ચાલશે. પટાને ચીપીઆ (ફોર્કસ forks) વડે પોતાની મેજે એક પુલી ઉપરથી બીજી પુલી ઉપર ખસેડવામાં આવે છે.

આ રચનામાં સઘળી પુલીઓ એક સરખી ઝડપે ફરે છે. પુલી F વડે ફરતી શાફ્ટ ઉપર સજ્જડ કરેલાં બેવલ પીનીઅન Dનો વ્યાસ તે સાથે ગીઅર થતાં સ્ક્રુ ઉપરનાં નાના બેવલ વ્હીલ  $W_1$ ના વ્યાસની લગભગ બરાબર હોવાથી પીનીઅન D એટલે પુલી F જે ઝડપે ફરશે તે ઝડપે સ્ક્રુ પણ ફરશે; પણ પુલી A સાથે એકજ ટુકડે બનાવેલાં પીનીઅન Cનો વ્યાસ તે સાથે ગીઅર થતાં સ્ક્રુ ઉપરનાં મોટા બેવલ વ્હીલ Wના વ્યાસ કરતાં નાનો હોવાથી પીનીઅન C એટલે પુલી A જે ઝડપે ફરશે તેનાથી ઓછી ઝડપે ઉલટી દિશામાં સ્ક્રુ ફરશે જેથી ટેબલની ઝડપ આ સ્ટ્રોક દરમ્યાન ધીમી થશે. વળતા સ્ટ્રોકે એન્જર દાગીના ઉપર કાપ લેતું ન હોવાથી

વખતનો બચાવ કરવાને માટે વળતો (રીટર્ન) સ્ટ્રોક કાપ લેતી વેળાના (કટીંગ) સ્ટ્રોક કરતાં ઝડપી રાખવામાં આવે છે.

**દાખલો ૧૯**—એક પ્લેનીંગ મશીનની ટેબલને  $\frac{3}{4}$  ઇંચ પીચવાળા સ્ક્રૂની મદદ વડે ચલાવવામાં આવે છે. મશીનને ચલાવનારી પુલીઓને કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપરથી પટા વડે દર મીનીટે ૧૬૦ આંટાની ઝડપે ચલાવવામાં આવે છે. સ્ક્રૂ ઉપર બેસાડેલાં મોટાં બેવલ વ્હીલના પીચ વર્તુલનો વ્યાસ ૧૨ ઇંચ અને નાનાનો વ્યાસ ૬ ઇંચ છે. મોટાં બેવલ વ્હીલ W સાથે ગીઅર થતાં પુલી A સાથે એક્ઝ ટુકડે બનાવેલાં બેવલ પીનીઅન Cના પીચ સંકલનો વ્યાસ ૯ ઇંચ છે, અને નાનાં બેવલ વ્હીલ W<sub>૧</sub> સાથે ગીઅર થતાં પુલી F વડે ચાલતી શાફ્ટ ઉપર સજ્જડ કરેલાં બેવલ પીનીઅન Dનો વ્યાસ ૬ ઇંચ છે, તો દર મીનીટે ટેબલની કાપ લેતી વેળાના (કટીંગ) સ્ટ્રોકની ઝડપ અને ઝડપી વળતા (ક્વીક રીટર્ન) સ્ટ્રોકની ઝડપ શોધો.

કાપ લેતી વેળાના (કટીંગ) સ્ટ્રોકની ઝડપ:—

આ સ્ટ્રોક દરમ્યાન પુલી A ઉપરથી સ્ક્રૂ ઉપર ગતિનું સંચારણ બેવલ પીનીઅન C અને સ્ક્રૂ ઉપરનાં મોટાં વ્હીલ W મારફતે થાય છે, માટે, પુલી Aના એક આંટામાં સ્ક્રૂની ફરવાની

$$\text{ઝડપ} = \frac{C}{W} = \frac{6}{12} = \frac{1}{2} \text{ આંટો.}$$

∴ પુલી Aના ૧૬૦ આંટામાં એટલે એક મીનીટમાં સ્ક્રૂની ફરવાની ઝડપ =  $\frac{1}{2} \times ૧૬૦ = ૮૦$  આંટા.

પણ સ્ક્રૂના એક આંટામાં ટેબલની ચાલ = સ્ક્રૂનો પીચ =  $\frac{3}{4}$  ઇંચ  
∴ દર મીનીટે કટીંગ સ્ટ્રોકની ઝડપ =  $\frac{3}{4} \times ૮૦ = ૬૦$  ઇંચ = ૭.૫ ફુટ.

ઝડપી વળતા સ્ટ્રોકની ઝડપ:—

આ સ્ટ્રોક દરમ્યાન પુલી F ઉપરથી સ્ક્રૂ ઉપર ગતિનું સંચારણ બેવલ પીનીઅન D અને સ્ક્રૂ ઉપરનાં નાનાં બેવલ વ્હીલ W<sub>૧</sub>

## રેક અને પીનીઅન વડે ટેબલને ચલાવવાની રીત રટપ

મારફતે થાય છે, માટે પુલી Fના એક આંટામાં સ્ક્રુની ફરવાની!

$$\text{ઝડપ } \frac{D}{W_p} = \frac{1}{1} = 1 \text{ આંટા.}$$

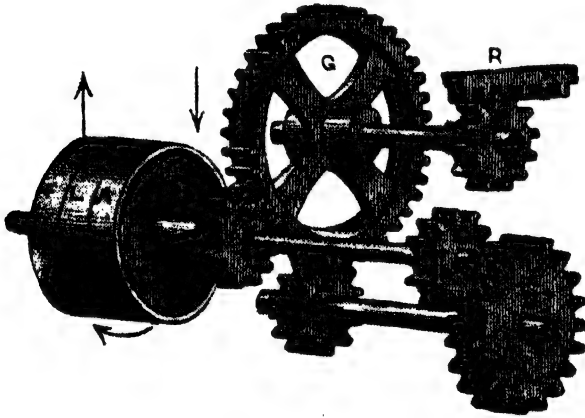
∴ પુલી Fના ૧૬૦ આંટામાં એટલે એક મીનીટમાં સ્ક્રુની ફરવાની

$$\text{ઝડપ} = 1 \times ૧૬૦ = ૧૬૦ \text{ આંટા.}$$

પણ સ્ક્રુના એક આંટામાં ટેબલની ચાલ = સ્ક્રુનો પીચ =  $\frac{3}{8}$  ઇંચ,

$$\begin{aligned} \therefore \text{દર મીનીટ ઝડપી વળતા સ્ટ્રોકની ઝડપ} &= \frac{3}{8} \times ૧૬૦ = ૧૨૦ \text{ ઇંચ} \\ &= \underline{૧૦ \text{ ફુટ}} \end{aligned}$$

(૨) રેક અને પીનીઅન વડે ટેબલને આગળ પાછળ ચલાવવાની રીત—આકૃતિ ૯૪માં ટેબલને રેક અને પીનીઅન વડે આગળ પાછળ ચલાવવાની રચના બતાવી છે, જે રચના વડે દાંતાનાં ચક્કરોનાં ગીઅરીંગની મદદ વડે કાપ લેતી વેળાના (કટીંગ).



આકૃતિ ૯૪

સ્ટ્રોક દરમિયાન ટેબલની જે ઝડપ મળે છે તેનાં કરતાં વળતા સ્ટ્રોક દરમિયાન વધુ ઝડપ મળે છે. ટેબલનાં તળીયે એક રેક R સંબંધ કરેલો છે, જે સાથે રેક-પીનીઅન P ગીઅર થાય છે. આ રચનામાં પણ ચલાવવાની ક્રિયા માત્ર એકજ પટા વડે કરવામાં આવે છે; પટો ત્રણ



પુલીઓ F, L, અને A પૈકી કોઈપણ એક ઉપર ચાલે છે. આ પુલીઓ-  
માંની મધ્યની પુલી L લુસ (ઢીલી) પુલી છે; બહારની પુલી F શાફ્ટ  
સાથે સળંગ કરેલી છે, જે શાફ્ટ, પુલી A અને તેની સાથે એકજ  
ટુકડે બનાવેલાં પીનીઅન Bમાંથી પસાર થાય છે, અને પીનીઅન  
Cને આ શાફ્ટ ઉપર સળંગ કરેલું છે. પુલી A અને તેની સાથે  
એકજ ટુકડે બનાવેલું અથવા જોડેલું પીનીઅન B શાફ્ટ ઉપર  
ઢીલું હોય છે, અને શાફ્ટથી સ્વતંત્ર ફરે છે. પીનીઅન B ળીલ  
G સાથે ગીઅર થાય છે. ળીલ G અને રેક-પીનીઅન Pને એકજ  
શાફ્ટ ઉપર ચાવીથી સળંગ કરેલાં છે. પુલી Fની શાફ્ટ ઉપર  
સળંગ કરેલું પીનીઅન C ળીલ D સાથે ગીઅર થાય છે. આ  
ળીલ Dની શાફ્ટ ઉપર એક પીનીઅન E સળંગ કરેલું છે, જે  
રેક-પીનીઅનની શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલાં ળીલ G સાથે ગીઅર થાય  
છે. જો પટો લુસ (ઢીલી) પુલી L ઉપર હોય તો મશીન બંધ રહેશે.  
જો પટો પુલી A ઉપર લાવવામાં આવે તો ચલાવવાની ક્રિયા પીની-  
અન (નાનાં દાંતાનાં ચક્કર) B ઉપરથી ળીલ (મોટાં દાંતાનાં ચક્કર)  
G ઉપર થાય છે, અને લાંથી રેક-પીનીઅન P ઉપર થાય છે,  
જેથી રેક સાથે ટેબલ ચાલે છે. જો પટો પુલી F ઉપર ખસેડવામાં  
આવે તો ચલાવવાની ક્રિયા પીનીઅન C ઉપરથી ળીલ D ઉપર  
અને લાંથી પીનીઅન E ઉપરથી ળીલ G ઉપર થઈ લાંથી રેક-  
પીનીઅન P ઉપર થાય છે જેથી રેક સાથે ટેબલ ઉલટી દિશામાં  
ધીમી ઝડપે ચાલે છે. જુદાં જુદાં ળીલ અને પીનીઅનને જુદા જુદા  
દાંતાઓ હોય છે, જેથી દરેક દિશામાં જોઈતી ઝડપ મેળવી શકાય છે.  
પટાને ચીપીઆ (ફ્રાંકસ) વડે પોતાની મેજે એક પુલી ઉપરથી બીજી  
પુલી ઉપર ખસેડવામાં આવે છે.

**દાખલો ૨૦—**એક પ્લેનીંગ મશીનની ટેબલને રેક, પીનીઅન  
અને ળીલ ગીઅરોંગ વડે ચલાવવામાં આવે છે. મશીનને ચલાવનારી  
પુલીઓને દર મીનીટે ૮૦ આંટાની ઝડપે ચલાવવામાં આવે છે. રેક-

## રેક અને પીનીઅન વડે ટેબલને ચલાવવાની રીત ૨૯૭

પીનીઅનને ૧૨ દાંતા છે, અને પીચ ૧૩ દંડો છે. પીનીઅન્સ (નાનાં ચક્કરો) B, C, અને Eને અનુક્રમે ૧૨, ૧૨, અને ૧૫ દાંતા છે, અને વ્હીલ્સ ( મોટાં ચક્કરો ) D અને Gને અનુક્રમે ૩૦ અને ૪૦ દાંતા છે, તો દર મીનીટે ટેબલની કાપ લેતી વેળાની ચાલ (કટીંગ સ્પીડ) શોધો, અને ઝડપી વળતી ચાલ (ક્વીક રીટર્ન સ્પીડ) શોધો.

કાપ લેતી વેળાના સ્ટ્રોકની ધીમી ચાલ શોધવા માટે—

ધારોકે, R = દર મીનીટે પુલીના આંટાની સંખ્યા,

r = દર મીનીટે રેક-પીનીઅનના આંટાની સંખ્યા,

B, C, અને E = પીનીઅન (નાનાં ચક્કરો) B, C, અને Eમાં અનુક્રમે આંટાની સંખ્યા.

D અને G = વ્હીલ (મોટાં ચક્કરો) D અને Gમાં અનુક્રમે આંટાની સંખ્યા.

$$R \times C \times E = r \times D \times G$$

∴ એક મીનીટમાં રેક-પીનીઅનના આંટાની

$$\begin{aligned} \text{સંખ્યા} = r &= \frac{R \times C \times E}{D \times G} \\ &= \frac{૧૦ \times ૧૨ \times ૧૫}{૩૦ \times ૪૦} \\ &= ૧૨ \text{ આંટા} \end{aligned}$$

પણ રેક-પીનીઅનના એક આંટામાં રેક એટલે

ટેબલની ચાલ = રેક-પીનીઅનનો પરિધ

= રેક-પીનીઅનના દાંતાની સંખ્યા × પીચ

$$= ૧૨ \times \frac{૧૩}{૨} = ૧૮ \text{ ઇંચ}$$

∴ રેક-પીનીઅનના ૧૨ આંટામાં એટલે એક મીનીટમાં કાપ લેતી વેળાના ( કટીંગ ) સ્ટ્રોક દરમ્યાન રેક એટલે ટેબલની ચાલ =  $\frac{૧૩}{૨} \times ૧૨ = \underline{૧૮ \text{ ઇંચ}}$

ઝડપી વળતા સ્ટ્રોકની ચાલ શોધવા માટે—

$$R \times B = r \times G$$

∴ એક મીનીટમાં રેક-પીનીઅનના આંટાની સંખ્યા =

$$\begin{aligned} r &= \frac{R \times B}{G} \\ &= \frac{૮૦ \times ૧૨}{૪૦} \\ &= ૨૪ \text{ આંટા} \end{aligned}$$

∴ રેક-પીનીઅનના ૨૪ આંટામાં એટલે એક મીનીટમાં ઝડપી વળતા સ્ટ્રોક (કવીક રીટર્ન સ્ટ્રોક) દરમ્યાન રેક એટલે ટેબલની ચાલ =  $\frac{૩૬}{૫૮} \times ૨૪$

$$= ૩૬ \frac{૫૮}{૫૮}$$

ખીજા શબ્દોમાં કહીએ તો કાપ લેતી વેળાની ઝડપ (કટોંગ સ્પીડ) કરતાં વળતા સ્ટ્રોકની ઝડપ (રીટર્ન સ્પીડ) બમણી છે.

### એકસર્સાઈઝ ૧૦મી

૧. એક લેધના ફાસ્ટ હેડસ્ટોકમાં સ્પીડ કોનને ૫ સ્પીડ (પુલીઓ) છે, જેમાંની સૌથી મોટીનો વ્યાસ ૧૮ ઈંચ અને નાનીનો વ્યાસ ૯ ઈંચ છે. કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપરનો સ્પીડ કોન દર મીનીટે ૧૬૦ આંટાની ઝડપે ફરે છે. એક ગીઅરોંગ માટેનાં વ્હીલ્સ (મોટાં ચક્કરો)ને ૪૪ દાંતા અને પીનીઅન્સ (નાનાં ચક્કરો)ને ૧૧ દાંતા છે, તો ગીઅરોંગ વડે મળતો લાલ શોધો, અને મેન્ડ્રીલની મળી શકતી જુદી જુદી ઝડપો શોધો.

૨. એક લેધનાં મેન્ડ્રીલ ઉપરનાં વ્હીલ અને પીનીઅનને અનુક્રમે ૪૬ અને ૧૪ દાંતા છે, અને એક ગીઅરનાં પીનીઅનને ૧૨ દાંતા છે, જે સધળાં વ્હીલ અને પીનીઅનના દાંતાના પીચ એક સરખા હોય તો એક ગીઅરનાં વ્હીલમાં દાંતાની સંખ્યા કેટલી હશે ?

૩. એક લેધ ઉપર એક ગીઅરીંગ વાપરીને ૪૩ ઇંચ વ્યાસની શાફ્ટ ટર્ન કરવામાં આવે છે. કાપ લેતી વેળા ઓળરની અણી આગળ આવતું જોર ૧૮૦૦ પૈંડ છે; વ્હીલ્સ (મોટાં ચક્કરો)નો વ્યાસ ૧૮ ઇંચ અને પીનીઅન્સ (નાનાં ચક્કરો)નો વ્યાસ ૫ ઇંચ છે, તો તેમાં દરેક વ્હીલ અને પીનીઅનની પીચ લાર્થન આગળ આવતાં દાંતા ઉપરનાં દબાણો શોધો.

૪. એક લેધમાં જ્યારે પટો કોનનાં અમુક સ્પીડ ઉપર હોય અને એક ગીઅરીંગ વપરાયું ન હોય ત્યારે તે લેધની મેન્ડ્રીલ દર મીનીટે ૨૨૫ આંટાની ઝડપે ફરે છે. જ્યારે પટાને તેજ સ્પીડ ઉપર રાખી એક ગીઅરીંગ કરવામાં આવે છે ત્યારે મેન્ડ્રીલની ઝડપ ઘટીને ૧૬ આંટા થાય છે, તો એક ગીઅરીંગમાં વ્હીલ્સ અને પીનીઅન્સમાં દાંતાની સંખ્યા શોધો.

૫. દર ઇંચે બે આંટાવાળા લીડીંગ સ્કુ સાથના એક લેધમાં ૨ ઇંચ વ્યાસના એક સ્કુ ઉપર દર ઇંચે ૨૩ સવળા (રાઈટહેન્ડ) આંટા કાપવાના છે, તો તે માટે જોઈતાં ચક્કરો (ચેન્જ વ્હીલ્સ) નક્કી કરી તેને કેવી રીતે ગોઠવશો તે આકૃતિ કાઢી સમજાવો. જો અવળા આંટા કાપવાના હોય તો ચક્કરોની રચનામાં કરવો જોઈતો ફેરફાર આકૃતિ વડે દર્શાવો.

૬. એક એન્જનની ડ્રાઈવીંગ શાફ્ટ દર મીનીટે ૧૨૦ આંટાની ઝડપે ફરી તે ઉપર બેસાડેલી ૨૦ ઇંચ વ્યાસની પુલી ઉપરથી પટાની મદદ વડે કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલી ૧૫ ઇંચ વ્યાસની પુલી ઉપર ગતિનું સંચારણ કરવામાં આવે છે, કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપર ૪ સ્પીડવાળી કોન પુલી બેસાડેલી છે, જેનો સાંથી મોટી સ્પીડનો વ્યાસ ૧૦ ઇંચ અને નાનીનો વ્યાસ ૪ ઇંચ છે. આ કોન પુલી ઉપરથી લેધના ફાસ્ટ હેડસ્ટોકની મેન્ડ્રીલ ઉપર બેસાડેલી તેનેજ મળતી કોન પુલીને પટા વડે ગતિ મળે છે. એક ગીઅરીંગ માટેનાં વ્હીલ્સ (મોટાં ચક્કરો)ને ૩૬ દાંતા અને પીનીઅન્સ (નાનાં ચક્કરો)ને ૧૨ દાંતા છે,

તો ગીઅરોંગ વડે મળતો લાભ શોધો, અને દર મીનીટે મેન્ડ્રીલની મળી શક્તી ઝડપો શોધો.

૭. દર ઇંચે ૪ આંટાવાળા લીડીંગ સ્ક્રુ સાથના એક લેધમાં નીચે આપેલા પીચના આંટા કાપવાના છે, તો ચેન્જ વ્હીલ્સ (ચક્કરો) નક્કી કરો— $\frac{3}{4}$  ઇંચ,  $\frac{3}{8}$  ઇંચ,  $2\frac{3}{8}$  ઇંચ, દર ઇંચ દીઠ ૩૫ આંટા, દર ઇંચ દીઠ ૧૧ આંટા,  $1\frac{1}{4}$  ઇંચ,  $\frac{1}{2}$  ઇંચ, અને  $\frac{1}{8}$  ઇંચ. દરેક પીચ માટેનાં ચક્કરોની રચનાની આકૃતિ આપો.

૮. એક લેધના ફ્રસ્ટ હેડસ્ટોકની મેન્ડ્રીલ ઉપરના સ્પીડ કોનને ૪ સ્પીડ છે, જેમાંની સૌથી મોટીનો વ્યાસ ૧૦ ઇંચ અને નાનીનો વ્યાસ  $5\frac{1}{4}$  ઇંચ છે. આ સ્પીડ કોનને દર મીનીટે ૩૫૦ આંટાની ઝડપે ફરતી કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલા તેનેજ મળતા સ્પીડ કોન ઉપરથી ચલાવવામાં આવે છે. એક ગીઅરોંગ માટેનાં મેન્ડ્રીલ ઉપરનાં દાંતાનાં ચક્કરોને ૬૨ અને ૩૦ દાંતા છે, જે અનુક્રમે એક શાફ્ટ ઉપરનાં ૧૮ અને ૫૦ દાંતાનાં ચક્કરો સાથે ગીઅર થાય છે, તો આ રચનાની આકૃતિ કાઢો, અને દર મીનીટે મેન્ડ્રીલની જેટલી મળી શકે એટલી ઝડપો શોધો.

૯. દર ઇંચે ૩ આંટાવાળા લીડીંગ સ્ક્રુ સાથના લેધ ઉપર  $\frac{1}{4}$  ઇંચના સવળા (રાઇટ હેન્ડેડ) આંટાવાળો એક સ્ક્રુ કાપવાનો છે, તો તે માટે જોઈતાં ચક્કરો (ચેન્જ વ્હીલ્સ) નક્કી કરો અને તે માટેની રચનાની આકૃતિ આપી દરેક ચક્કર ઉપર દાંતાની સંખ્યા લખો. જો અવળા (લેફ્ટ હેન્ડેડ) આંટા કાપવા હોય તો ચક્કરોની રચનામાં શું ફેરફાર કરવો પડશે તે આકૃતિ વડે દર્શાવો.

૧૦. એક લેધમાં એક સ્ક્રુના આંટા કાપવા માટેનાં દાંતાનાં ચક્કરો ગોઠવેલાં છે. મેન્ડ્રીલ ઉપરનું ચક્કર ૪૦ દાંતાનું અને લીડીંગ સ્ક્રુ ઉપરનું ચક્કર ૮૫ દાંતાનું છે; લીડીંગ સ્ક્રુનો પીચ  $\frac{1}{4}$  ઇંચ છે, તો સ્ક્રુ ઉપર દર ઇંચ દીઠ કેટલા આંટાનો પીચ કપાશે ?

૧૧. દર ઇંચે બે આંટાવાળા લીડીંગ સ્ક્રુ સાથના એક લેધમાં એક સ્ક્રુના આંટા કાપવા માટે દાંતાનાં ચક્કરોની બે જોડી ગોઠવેલી છે. ડ્રાઇવર્સ ૨૦ અને ૩૦ દાંતાનાં છે, અને ડ્રીવન ૭૫ અને ૯૦ દાંતાનાં છે, તો તે સ્ક્રુ ઉપર દર ઇંચ દીઠ કેટલા આંટાનો પીચ કપાશે ?

૧૨.  $\frac{1}{4}$  ઇંચ પીચના લીડીંગ સ્ક્રુ સાથના એક લેધમાં એક સવળા (રાઈટ હેન્ડેડ) સ્ક્રુ ઉપર દર ઇંચે  $1\frac{1}{4}$  આંટા કાપવાના છે. જો મેન્ડ્રીલ ઉપર ૨૦ દાંતાનું ચક્કર (ચેન્જ વ્હીલ) કાયમનું બેસાડેલું હોય, તો તે સ્ક્રુ કાપવા માટે જોઈતાં દાંતાનાં ચક્કરો (ચેન્જ વ્હીલ્સ) નક્કી કરો.

૧૩. એક પ્લેનીંગ મશીનની ટેબલને આકૃતિ ૯૩માં દેખાડ્યા પ્રમાણે ૧ ઇંચ પીચવાળા સ્ક્રુની મદદ વડે ચલાવવામાં આવે છે. મશીનને ચલાવનારી પુલીઓને કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપરથી પણ વડે દર મીનીટે ૧૨૦ આંટાની ઝડપે ચલાવવામાં આવે છે. સ્ક્રુ ઉપર બેસાડેલાં મોટાં બેવલ વ્હીલને ૮૦ દાંતા છે અને નાનાં બેવલ વ્હીલને ૫૦ દાંતા છે. મોટાં બેવલ વ્હીલ W સાથે ગીઅર થતાં પુલી A સાથે એકજન દુકડે બનાવેલાં બેવલ પીનીઅન Cને ૫૫ દાંતા છે, અને નાનાં બેવલ વ્હીલ W<sub>૧</sub> સાથે ગીઅર થતાં પુલી F વડે ચાલતી શાફ્ટ ઉપર સજ્જડ કરેલાં બેવલ પીનીઅન Dને ૪૫ દાંતા છે, તો દર મીનીટે ટેબલની ક્રાપ લેતી વેળાના (કટોંગ) સ્ટ્રોકની ઝડપ અને ઝડપી વળતા (ક્રીક રીટર્ન) સ્ટ્રોકની ઝડપ શોધો.

૧૪. એક પ્લેનીંગ મશીનની ટેબલને સ્ક્રુ અને બેવલ ગીઅરની મદદ વડે આમતેમ ચલાવવામાં આવે છે. સ્ક્રુનો પીચ  $1\frac{1}{4}$  ઇંચ છે. મશીનને ચલાવનારી પુલી દર મીનીટે ૯૦ આંટાની ઝડપે ફરે છે અને ક્રાપ લેતી વેળાના (કટોંગ) સ્ટ્રોકની ઝડપ દર મીનીટે ૫ ફુટ છે, તો ક્રાપ લેતી વેળાના (કટોંગ) સ્ટ્રોક કરતાં વળતા (રીટર્ન) સ્ટ્રોકની ઝડપ બમણી રાખવા માટે આકૃતિ ૯૩માં દેખાડ્યા જેવું બેવલ ગીઅર ગોઠવો.

૧૫. એક પ્લેનીંગ મશીનની ટેબલને આકૃતિ ૯૪માં દેખાડ્યા પ્રમાણે રેક, પીનીઅન અને વ્હીલ ગીઅરીંગ (ચક્કરો) વડે ચલાવવામાં આવે છે. મશીનને ચલાવનારી પુલીઓને દર મીનીટે ૧૦૦ આંટાની ઝડપે ચલાવવામાં આવે છે. રેક-પીનીઅનને ૧૫ દાંતા છે, અને પીચ ૧૩ ઇંચનો છે. નાનાં ચક્કરો ( પીનીઅન્સ ) B, C, અને Eને અનુક્રમે ૧૫, ૧૨, અને ૧૬ દાંતા છે, અને મોટાં ચક્કરો (વ્હીલ્સ) D અને Gને અનુક્રમે ૪૦ અને ૬૦ દાંતાઓ છે, તો દર મીનીટે ટેબલની ડ્રાપ લેતી વેળાના (કટીંગ) સ્ટ્રોકની ઝડપ અને ઝડપી વળતા (કવીક રીટર્ન) સ્ટ્રોકની ઝડપ શોધો.

૧૬. એક પ્લેનીંગ મશીન જેની ટેબલને રેક, પીનીઅન, અને વ્હીલ ગીઅરીંગ (દાંતાનાં ચક્કરો) વડે ચલાવવામાં આવે છે તેમાં ઝડપી વળતા (કવીક રીટર્ન) સ્ટ્રોકની ઝડપ દર મીનીટે ૧૫ ફુટ છે, તથા રેક-પીનીઅનને ૧૨ દાંતા અને ૧૩ ઇંચનો પીચ છે. મશીનને ચલાવનારી પુલીઓને દર મીનીટે ૮૦ આંટાની ઝડપે ચલાવવામાં આવે છે, તો વળતા (રીટર્ન) સ્ટ્રોકની ઝડપનાં કે જેટલી ડ્રાપ લેતી વેળાના (કટીંગ) સ્ટ્રોકની ઝડપ કરવા માટે આકૃતિ ૯૪માં દેખાડ્યા જેવું વ્હીલ ગીઅરીંગ ગોઠવો.

મુંબઈ ઇલાકાની કમીટી ઓફ ડાયરેક્શન ફોર ટેકનીકલ એજ્યુકેશન તરફથી લેવામાં આવેલી સુરતની પારેખ ટેકનીકલ ઇન્સ્ટીટ્યુટની મીકેનીકલ એન્જનીયરીંગનાં બીજાં વર્ષની વાર્ષિક પરિક્ષામાં છેલ્લાં ૧૪ વર્ષમાં પુછાયલા અને બીજા પરચુરણ દાખલાઓ.

૧. એક સ્કુ-જેકમાં સ્કુનો પીચ ૭ ઇંચ છે અને લીવરની લંબાઈ ૫ ફુટ છે, તો આ જેક વડે ૩ ટનનું વજન ઉપાડવા માટે લીવરને છેડે કેટલા પૌંડનું જોર લાગુ પાડવું જોઈશે ?

૨. એક ડબલ ગીઅર્ડ વિંચમાં ડૂમનો વ્યાસ ૮ ઇંચ છે. પહેલાં પીનીઅન અને વ્હીલને અનુક્રમે ૨૦ અને ૮૦ દાંતા છે, અને બીજાં પીનીઅન અને વ્હીલને અનુક્રમે ૧૮ અને ૧૨૦ દાંતા છે. આ વિંચને ચલાવવા માટે ૧૫ ઇંચ લાંબા બે હાથાઓ આપેલા છે, તો દરેક હાથાને છેડે ૪૦ પૌંડનું જોર લાગુ પાડી કેટલું વજન ઉપાડી શકાશે ?

૩. એક વર્મ અને વર્મ વ્હીલ ગીઅર્ડ સ્કુ-જેકમાં સ્કુનો પીચ ૧૩ ઇંચ છે. વર્મ વ્હીલ જે સ્કુની નટ બને છે તેને ૩૬ દાંતા છે અને વર્મ સીંગલ થ્રેડેડ ( એકવડા આંટાવાળો ) છે. જો આ જેકનું મોડ્યુલસ ૦.૪૫ હોય, તો ૫ ટનનું વજન ઉપાડવા માટે ૧૫ ઇંચ લાંબા હાથાને છેડે કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈએ ?

૪. ૩ ઇંચ પીચવાળા સ્કુ સાથના એક સ્કુ-જેક વડે ૪ ટનનું વજન ઉપાડવાનું છે. જો આ જેકની એપ્રીશીઅન્સી ( કાર્યસાધકતા ) ૬૦૦ ટકા હોય, તો ૫ ફુટ લાંબા લીવરને છેડે કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈએ ?

૫. એક ડબલ પરચેઝ કેબમાં ડૂમનો વ્યાસ ૭ ઇંચ છે. પહેલાં પીનીઅન અને વ્હીલને અનુક્રમે ૧૮ અને ૮૪ દાંતા છે, અને બીજાં પીનીઅન અને વ્હીલને અનુક્રમે ૨૧ અને ૧૧૦ દાંતા છે. આ કેબને ચલાવવા માટે ૧૫ ઇંચ લાંબા બે હાથા આપેલા છે, તો



દરેક હાથાને છેડે ૬૦ પૌંડનું જોર લાગુ પાડી કેટલું વજન ઉપાડી શકાશે ? આ કેબલનું કાર્યસાધકત્વ ૭૨ ટકા છે.

૬. એક સ્કુ-કર્ટીંગ લેધમાં લીડાંગ સ્કુનો પીચ ૩ ઇંચ છે, તો આ લેધ ઉપર દર ઇંચ દીઠ ૧૧ આંટાવાળો સ્કુ તૈયાર કરવા માટે જોઈતાં દાંતાવાળાં ચક્રકરોની રચના નક્કી કરો. મેન્ડ્રીલ ઉપર આપેલાં પીનીઅનને ૨૦ દાંતા છે, અને સૌથી મોટું ચક્રકર ૧૨૦ દાંતાનું છે.

૭. એક વર્મ અને વર્મ બ્હીલ સાથના સ્કુ-પ્રેસમાં સ્કુનો પીચ ૧૩ ઇંચ છે અને વર્મ બ્હીલ જે સ્કુની નટ બને છે તેને ૮૬ દાંતા છે. વર્મ શાફ્ટ ઉપર ૧૬ ઇંચ લાંબા બે હાથા બેસાડેલા છે. જો જેકનું કાર્યસાધકત્વ ૪૮ ટકા હોય, તો દરેક હાથાને છેડે લાગુ પાડેલાં ૭૫ પૌંડનાં જોર વડે કેટલું દબાણ ઉત્પન્ન કરી શકાશે ?

૮. એક ઇલેક્ટ્રીક કેન (વિજળાથી ચાલતી કેન) વડે ૧૦ ટનનું વજન ઉપાડવામાં આવે છે. આ કેનને ૧૨ ઇંચ વ્યાસના આર્મેચરવાળી એક ઇલેક્ટ્રીક મોટર વડે નીચલાં ગીઅરીંગ મારફતે ચલાવવામાં આવે છે:—આર્મેચર શાફ્ટ ઉપર એક સીંગલ થ્રેડ વર્મ બેસાડેલો છે જે બીજી શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલાં ૧૪૦ દાંતાવાળાં વર્મ બ્હીલને ચલાવે છે. જે શાફ્ટ ઉપર વર્મ બ્હીલ બેસાડેલું છે તેજી શાફ્ટ ઉપર ૧૮ દાંતાવાળું એક પીનીઅન બેસાડેલું છે જે ડ્રમની શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલાં ૧૨૦ દાંતાનાં બ્હીલને ચલાવે છે. ડ્રમનો વ્યાસ ૧૮ ઇંચ છે. જો આ યંત્રની એપ્રીશીઅન્સી ૭૮ ટકા હોય, તો આર્મેચરની સપાટી ઉપર કેટલા પૌંડનું લોહચુંબકીય (magnetic) ખેંચાણ આવતું હશે ?

૯. દાખલા ૮માં જો વજનને એક મીનીટમાં ૧૫ ફુટની ઝડપે ઉપાડવામાં આવે, તો ૨૨૦ વોલ્ટનો વિજળીક પ્રવાહ (electric current) કેટલા એમ્પીઅર ખપશે?

૧૦. એક ડબલ પરચેઝ કેબમાં ૫ ટનનું વજન ઉપાડવા માટે બે માણસો કામે લગાડવામાં આવ્યાં છે. હાથાની લંબાઈ ૧૫ ઇંચ છે.

પહેલાં પીનીઅન અને વ્હીલને અનુક્રમે ૧૮ અને ૫૪ દાંતા છે, અને બીજાં પીનીઅન અને વ્હીલને અનુક્રમે ૨૦ અને ૧૧૦ દાંતા છે. બેરલનો વ્યાસ ૯ ઇંચ છે. જો આ કેબની એપ્રીશીઅન્સી ૭૫ ટકા હોય, તો હાથાને છેડે દરેક માણસે કેટલું જોર લાગુ પાડવું જોઈએ?

૧૧. એક વર્ષ અને વર્ષ વ્હીલ સાથના સ્ક્રુ-જેકમાં સ્ક્રુનો પીચ  $\frac{3}{8}$  ઇંચ છે, વર્ષ સીંગલ થ્રેડ છે અને વર્ષ વ્હીલને ૨૬ દાંતા છે. વર્ષ શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલા હાથાની લંબાઈ ૧૫ ઇંચ છે. જો આ જેકની એપ્રીશીઅન્સી ૫૨ ટકા હોય, તો હાથાને છેડે ૬૦ પૌંડનું જોર લાગુ પાડી કેટલું વજન ઉંચકા શકાશે?

૧૨. એક ડબલ ગીઅર્ડ વિંચ વડે વજન ઉપાડવા માટે તેના ૧૫ ઇંચ લાંબા હાથા ઉપર બે માણસો કામે લગાડેલાં છે. દરેક માણસ હાથા ઉપર ૫૬ પૌંડનું જોર કરે છે. પહેલાં પીનીઅન અને વ્હીલને અનુક્રમે ૧૯ અને ૧૨૦ દાંતા છે. ડ્રમનો વ્યાસ ૧૦ ઇંચ છે. જો આ કેબની એપ્રીશીઅન્સી ૮૨ ટકા હોય, તો કેટલા પૌંડનું વજન ઉપાડી શકાશે?

૧૩. એક સ્ક્રુ-કટીંગ લેધમાં લીડીંગ સ્ક્રુનો પીચ  $\frac{1}{2}$  ઇંચ છે, તો આ લેધ ઉપર એક ઇંચમાં ૩૩ આંટાવાળો સ્ક્રુ તૈયાર કરવા માટે ચેન્જ વ્હીલ્સ નક્કી કરો.

૧૪. એક લેધ ઉપર સ્ટીલની શાફ્ટને દર મીનીટે ૭૫ ફુટની ઝડપે ફેરવી ટર્ન કરવામાં આવે છે. શાફ્ટનો વ્યાસ ૫ ઇંચ છે અને તેની લંબાઈ ૧૮ ફુટ છે. જો કાપ લેતી વેળા ઓબ્જરની અણી ઉપર ૧૯૦ પૌંડનું દબાણ આવે, તો તે શાફ્ટને ટર્ન કરતી વેળા લેધને ચલાવવા માટે કેટલા હોર્સપાવર જોઈશે? જો ઓબ્જરને દર આંટા દીઠ  $\frac{1}{2}$  ઇંચની શીડ આપવામાં આવે, તો શાફ્ટને ટર્ન કરતાં કેટલો વખત લાગશે?

૧૫. આગગાડીના ડબ્બા જોડનારી એક કપ્લીંગમાં સવળા અને અવળા આંટાવાળા સ્ક્રુનો પીચ  $\frac{1}{2}$  ઇંચ છે, અને લીવરની લંબાઈ

૧૬ ઈંચ છે. જો લીવરને ૫૩ ૧૬ પૌંડનું જોર લાગુ પાડી લીવરને ફેરવવામાં આવે, તો ૩૦૦૫૫૦ એક બીજા તરફ કેટલાં જોરથી ખેંચાશે ?

૧૬. ૨૦૦ હોર્સપાવરનું સંચારણ કરવા માટે  $\frac{3}{4}$  ઈંચ જડા ચામડાના પટાની પહોળાઇ કેટલી રાખવી જોઈશે ? પટા દર મીનીટે ૧૫૦૦૦ ફુટની ઝડપે ચાલે છે, અને પટા ઉપર તેના દર ચોરસ ઈંચ દીઠ ૮૦ પૌંડથી વધુ ખેંચાણનું જોર આપવું જોઈએ નહિ. હોરીઝોન્ટલ ડ્રાઇવ (પટાને આડી દિશામાં ચલાવવાની રીત)માં પટાની ટાઇટ બાજુ નીચે રાખવાનું કારણ સમજાવો.

૧૭. એક ઇલેક્ટ્રીક કેનને ૨૨૦ વોલ્ટની મોટરથી ચલાવવામાં આવે છે અને તે દર મીનીટે ૧૦૦૦૦ પૌંડનાં વજનને ૧૨ ફુટની ઉંચાઈએ ઉપાડે છે. જો આ કેનની એપ્રીશીઅન્સી ૬૮ ટકા હોય, તો મોટર કેટલા એમ્પીઅરનો ખર્ચ કરશે ?

૭૪૬ વૉટ = ૧ હોર્સપાવર.

૧૮. એક લેધ ઉપર ૧૫ ઈંચ વ્યાસનું સીલીન્ડર ટર્ન કરવામાં (ખરાદવામાં) આવે છે. સીલીન્ડરને દર મીનીટે ૬૫ ફુટની ઝડપે ફેરવવામાં આવે છે. ક્રાપ લેનારાં ઓળરને ૧૨૮ પૌંડનો અવરોધ ક્રાપ લેતી વેળા દુર કરવો પડે છે. જો એપ્રીશીઅન્સી ૫૫ ટકા હોય, તો આ સીલીન્ડરને ટર્ન કરતી વેળાએ લેધને ચલાવવા માટે કેટલા હોર્સપાવર જોઈશે ?

૧૯. દર મીનીટે ૨૦૦ આંટાની ઝડપે ફરતી ૩૬ ઈંચ વ્યાસની પુલી ઉપર ફરતા  $\frac{3}{4}$  ઈંચ જડા એક પટા વડે ૪ હોર્સપાવરનું સંચારણ કરવાનું છે. પટાની ઢીલી બાજુ ઉપરનું તાણ ટાઇટ બાજુ ઉપરનાં તાણથી અર્ધું છે, તો પટાની પહોળાઇના દર ઈંચ દીઠ ૭૦ પૌંડનું જોર પટા ઉપર લાવવા માટે પટાની પહોળાઇ કેટલી રાખવી જોઈએ તે શોધો.

૨૦. એક ગેસ એન્જિન દર કલાકે ૨૩૦ ધનફુટ કાલ ગેસ ખપાવી ૧૦ ઇન્ડીકેટડ અને ૭૬ એક હોર્સપાવર આપે છે. જો

ગેસના દર ધન કુટ દીડ ૫૩૦૦૦૦ કુટ-પૌંડ કામ મળી શકતું હોય, તો તે એન્જનની એપ્રીશીઅન્સી કેટલી હશે ?

૨૧. એક લાઈન શાફ્ટ જે દર મીનીટે ૧૦૦ આંટાની ઝડપે ફરે છે તે ઉપર ૨૨ ઈંચ વ્યાસની પુલી સજ્જડ કરેલી છે. આ પુલી ઉપરથી પટાની મદદ વડે કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપર એસાડેલી ૧૨ ઈંચ વ્યાસની પુલી ઉપર ગતિ લઈ જવામાં આવે છે; આ કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપર એક ક્રાન પુલી એસાડેલી છે જેના વ્યાસો અનુક્રમે ૮ ઈંચ, ૬ ઈંચ, અને ૪ ઈંચ છે. આ ક્રાન પુલી ઉપરથી ગતિનું સંચારણુ લેધ ઉપરની એનેજ મળતી ક્રાન પુલી ઉપર કરવામાં આવે છે, તો આ રચનાની આકૃતિ કાઢો, અને લેધ સ્પીન્ડલ વધુમાં વધુ અને ઓછામાં ઓછા કેટલા આંટાની ઝડપે ફરશે તે શોધો.

૨૨. એન્જનના એક હોર્સપાવર કેવી રીતે શોધવામાં આવે છે તે હુંકમાં સમજાવો. એક એન્જન દર મીનીટે ૧૫૦ આંટા ફરે છે. એક પુલીનો વ્યાસ ૪ કુટ છે. બેલન્સ અનુક્રમે ૧૨૫ પૌંડ અને ૩૫ પૌંડ છે, તો તે એન્જનના એક હોર્સપાવર શોધો.

૨૩. એક પુલીનો વ્યાસ ૩૬ ઈંચ છે અને તે દર મીનીટે ૧૨૫ આંટાની ઝડપે ફરે છે. આ પુલી ઉપર ૮ ઈંચ પહોળો અને  $\frac{3}{4}$  ઈંચ જાડો ચામડાનો પટો ચાલે છે. જે પટા ઉપર દર ચોરસ ઈંચ દીઠ વધુમાં વધુ જોર ૮૦ પૌંડનું લેવા દેવામાં આવે, તો તે પટો કેટલા હોર્સપાવરનું સંચારણુ કરી શકશે ?

૨૪. એક પટો દર મીનીટે ૧૬૦૦ કુટની ઝડપે ફરી ૧૯ હોર્સપાવરનું સંચારણુ કરે છે. પટો એક ઈંચ પહોળાઈ દીઠ ૧૪૦ પૌંડનું ખેંચાણુ ખમી શકે છે. જે પટાની ટાઈટ બાબુ ઉપરનું ખેંચાણુ ઢીલી બાબુ ઉપરનાં ખેંચાણુથી બમણું હોય, તો પટાની પહોળાઈ કેટલી હશે ?

૨૫. એક ડબલ પરચેઝ વિંચનાં માપ નીચે પ્રમાણે છે:—ડ્રમનો વ્યાસ ૮ ઈંચ, હાથાની લંબાઈ ૧૪ ઈંચ, બે પીનીઅનમાં દાંતાની સંખ્યા અનુક્રમે ૧૨ અને ૨૧ છે, અને બન્ને સ્પર વ્હીલમાં દાંતાની

સંખ્યા અનુક્રમે ૭૮ અને ૯૬ છે. એમ માલમ પડયું છે કે હાથાને છેડે ૪૨ પૌંડનું જોર લાગુ પાડી ૧ ટનનું વજન ઉપાડી શકાય છે, તો આ વિંચની એપ્રીશીઅન્સી શોધો.

૨૬. એક લેધના કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપરના અને તેના ડ્રાઈવીંગ હેડ સ્ટોક ઉપરના સ્પીડ કોનના વ્યાસો અનુક્રમે ૪, ૫, ૬ અને ૭ ઈંચ છે. એક ગીઅરમાં બે વ્હીલ છે જે દરેકને ૫૦ દાંતા છે અને બે પીનીઅન છે જે દરેકને ૧૫ દાંતા છે. જો કાઉન્ટર શાફ્ટ દર મીનીટે ૧૫૦ આંટાની ઝડપે ફરે, તો લેધ સ્પીન્ડલને જે જીદી જીદી ઝડપોએ ફેરવી શકાય તે શોધો.

૨૭. એક સ્ક્રુ-જેકનાં નીચે પ્રમાણે માપ છે:-હાથાની લંબાઈ ૧૬ ઈંચ, વર્મ વ્હીલને ૮૪ દાંતા, વર્મ બે આંટાવાળો (ડબલ થ્રેડેડ), અને સ્ક્રુનો પીચ  $\frac{3}{4}$  ઈંચ છે. જો આ જેકની એપ્રીશીઅન્સી ૧૫ ટકા હોય, તો હાથાને છેડે ૩૬ પૌંડનું જોર લાગુ પાડી કેટલું વજન ઉપાડી શકાશે?

૨૮. એક પટો દર મીનીટે ૨૦૦૦ ફુટની ઝડપે ફરી ૧૮ હોર્સપાવરનું સંચારણ કરી શકે છે. આ પટો તેની પહોળાઈના એક ઈંચ દીઠ ૭૫ પૌંડનું ખેંચાણ ખમી શકે છે. જો પટાની ટાઈટ બાજુ ઉપરનું ખેંચાણ દીલી બાજુ ઉપરનાં ખેંચાણથી બમણું હોય, તો પટાની પહોળાઈ શોધો.

૨૯. એક સ્ક્રુ-જેકમાં સ્ક્રુનો પીચ  $\frac{1}{2}$  ઈંચ છે, અને હાથાની લંબાઈ ૨૦ ઈંચ છે. હાથાને છેડે બે માણસો જોર લાગુ પાડી તેને ફેરવે છે. જો દરેક માણસ ૪૦ પૌંડનું જોર કરે, તો જેક કેટલું વજન ઉંચકી શકશે ?

૩૦. એક સમાન સળીયો જેનું વજન દર ફુટ લંબાઈ દીઠ ૫ પૌંડ છે તેને છેડે ૧૫૦ પૌંડનું અને તેના મધ્યમાં ૬૦ પૌંડનું વજન લટકાવવામાં આવે છે, તો તે સળીયો તેની લંબાઈમાંનાં કયાં બિંદુએ સમતોલ રહેશે ?

૩૧. ૨૨ કુટની ઉંચાઈ એથી પાણીનો ધોધ પડે છે. જો પાણી ધોધની ઉપરની બાજુ ઉપર ૬ ચોરસ કુટના સેક્શન (છેદચિત્ર) અથવા નાળામાંથી દર કલાકે ૨૬ માઈલના વેગથી વહેતું હોય, તો ધોધનો હોર્સપાવર શોધો.

૩૨. એક માણસ ૬ હોર્સપાવરની ઝડપે કામ કરતાં  $\frac{1}{2}$  દિનનો બોજો એકવડીયાં દોરડાંવાળા પુલી-બ્લોકથી ઉંચકે છે. જો ગતિનું પ્રમાણ ૬ : ૧ હોય, અને આ બોજોને ઉંચકતી વેળા એપ્રીશીઅન્સી ૫૦ ટકા હોય, તો તે માણસને કેટલાં જોરથી ખેંચાણ કરવું પડતું હશે, અને તે કેટલા વેગથી દોરડું ખેંચતો તરફ ખેંચતો હશે ?

૩૩. એક પ્લેનીંગ મશીનની ટેબલને ૨૬ ઈંચ પીચના સ્ક્રુ વડે ચલાવવામાં આવે છે. સ્ક્રુ ઉપરની ડ્રાઈવીંગ પુલીનો વ્યાસ ૨૦ ઈંચ છે, અને તેની ઉપરના પટાની બન્ને બાજુ ઉપરનાં ખેંચાણો વચ્ચેનો તફાવત ૩૩૦ પૌંડ છે. જો ટેબલ અને તેની ગાઈડસ વચ્ચેનો ક્રોએપ્રીશન્ટ એક્ ક્રીકશન (ઘર્ષણનો ગુણક) ૦.૧૭૫ હોય અને સ્ક્રુની એપ્રીશીઅન્સી ૪૪ ટકા હોય, તો ટેબલનું તેની ઉપરના દાગીના સાથે વજન કેટલું હશે ?

૩૪. અંકકની સાથે બેરવાયલાં બે દાંતાનાં ચક્કરોની મધ્યરેશા વચ્ચેનું અંતર ૧૨૬ ઈંચ છે, અને તેમનાં ગીઅરનું પ્રમાણ ૪ : ૧ છે. જો આ ચક્કરોનો ડાયમેટ્રલ પીચ ૧૦ હોય, તો તે ચક્કરોમાં દાંતાની સંખ્યા નક્કી કરો. જો મોટું ચક્કર દર મીનીટે ૫૦ આંટા ફરે, તો નાનું ચક્કર તેટલાજ વખતમાં કેટલા આંટા ફરશે ?

૩૫. એક સાદા વર્મ-ગીઅર્ડ પુલી-બ્લોકમાં વર્મ બ્લીકને ૭૨ દાંતા છે, અને વર્મ એક આંટાવાળો છે. વર્મ બ્લીકની શાફ્ટ ઉપરનાં ચેન ડ્રમનો કાર્યસાધક વ્યાસ ૫ ઈંચ છે, અને વર્મ શાફ્ટ ઉપરની ચેન પુલીનો કાર્યસાધક વ્યાસ ૧૨ ઈંચ છે. એમ માલમ પડ્યું છે કે ૪૬ દિનનું વજન ઉપાડવા માટે ૫૮ પૌંડનું જોર જોઈએ છે, તો આ યંત્રની એપ્રીશીઅન્સી (કાર્યસાધકતા) શોધો.

૩૬. ૮ ફુટ વ્યાસનાં એક ફ્લાઈ વ્હીલ ઉપરના રોપ બ્રેકમાં દોરડાંનો વ્યાસ ૧ ઇંચ છે. ટેસ્ટ દરમ્યાન લોડ (વજન) ૫૦૦ પૌંડ છે, અને સ્પ્રિંગ બેલન્સ ઉપરનું ખેંચાણ ૧૫ પૌંડ છે, તો જ્યારે તે એન્જન દર મીનીટે ૧૫૦ આંટાની ઝડપે ફરે ત્યારે તેના બ્રેક હોર્સપાવર શોધો.

૩૭. એક સ્કુ-પ્રેસના હાથાની લંબાઈ ૨૦ ઇંચ છે. સ્કુને હાથાના મધ્ય ભાગમાં સબ્જક્ટ કરવામાં આવ્યો છે. જો સ્કુને છેડે જોડેલી દબાણ કરનારી પ્લેટ ઉપર ૫૦૦ પૌંડનાં દબાણની જરૂર હોય, તો હાથાને દરેક છેડે કેટલાં પૌંડનું જોર વાપરવું પડશે? સ્કુનો પીચ કે ઇંચ છે અને એપ્રીશીઅન્સી ૪૫ ટકા છે.

૩૮. એક ૮ ઇંચ પહોળો પટો દર મીનીટે ૨૭૫૦ ફુટની ઝડપે ફરી ૨૫ હોર્સપાવરનું સંચારણ કરે છે. જો પટાની બન્ને બાજુઓ ઉપરનાં ખેંચાણનું પ્રમાણ ૯ : ૪ હોય, તો પટાની પહોળાઈના દર ઇંચ દીઠ કેટલું ખેંચાણ આવશે?

૩૯. એક ૯૦ ટનનાં વજનનું લોકોમોટીવ (રેલવે એન્જન) પોતાની સાથે ૩૫૦ ટનનાં વજનની ટ્રેન (ગાડી)ને ખેંચતાં ૪૫૦ હોર્સ પાવર વાપરે છે. ટ્રેન ૧૨૦ એ ૧ના ઢાળ ઉપર દોડે છે. જો ખેંચાણને નડતો અવરોધ (ટ્રેકટીવ રીઝીસ્ટન્સ) લોકોમોટીવ અને ટ્રેનનાં કુલ વજનના દર ટન દીઠ ૧૨ પૌંડ હોય, તો ટ્રેનની ઝડપ કેટલી હશે?

૪૦. જો એક પાઈપ અથવા નળ ૧૦ ફુટ ચોરસ તળીયાંવાળી અને ૫ ફુટ ઊંચી એક ટાંકીમાંથી દર મીનીટે સરેરાશ ૨૦૦ ગેલનની ઝડપે પાણી બહાર કાઢે છે, તો તે ટાંકીને ખાલી કરતાં કેટલો વખત લાગશે?

૪૧. એક સીંગલ પરચેઝ કેબને ૧૫ ઇંચ લાંબો હાથો છે. ડ્રમનો વ્યાસ ૬ ઇંચ છે, અને વજન ઉપાડનારાં દોરડાંનો વ્યાસ  $\frac{1}{4}$  ઇંચ છે. જો પીનીઅનને ૨૫ ઇંચ અને વ્હીલને ૧૩૦ ઇંચ હોય, તો કેબની ગતિનું પ્રમાણ (વેલોસીટી રેશ્યો) શોધો.

૪૨. એક લેધના કાઉન્ટર શાફ્ટ અને ડ્રાઈવીંગ સ્પીન્ડલ ઉપરની કોન પુલીના વ્યાસ ૫, ૬, અને ૭ ઇંચ છે. હેડ સ્ટોકનાં બેક ગીઅરમાં ૧૫ દાંતાવાળાં બે પીનીઅન અને ૪૫ દાંતાવાળાં બે વ્હીલો છે. જો કાઉન્ટર શાફ્ટ દર મીનીટે ૨૦૦ આંટા ફરે, તો ડ્રાઈવીંગ સ્પીન્ડલ જુદી જુદી કેટલી ઝડપોએ ફરશે તે શોધો.

૪૩. એક સ્ક્રુ-જેકમાં વર્મને ચલાવનારા હાથાની લંબાઈ ૧૪ ઇંચ છે, વર્મ વ્હીલને ૩૮ દાંતા છે; અને સ્ક્રુનો પીચ  $\frac{1}{2}$  ઇંચ છે જે સીંગલ થ્રેડ છે. એમ માલમ પડ્યું છે કે ૮૮૦ પૌંડનું વજન ઉંચકવા માટે ૨ પૌંડ જોરની જરૂર પડે છે, તો આ જેકની એશી-શીઅન્સી શોધો.

૪૪. એક પુલી-બ્લોક ટેકલમાં ઉપલા બ્લોકને ૪ ધરેડી (શીવ્ઝ) અને નીચલા બ્લોકને ત્રણ ધરેડી છે, અને તે ૨૪૦ પૌંડનાં જોર વડે  $\frac{1}{2}$  ટનનું વજન ઉપાડે છે, તો આ ટેકલની એશીશીઅન્સી શોધો, અને જે હુક વડે ઉપલા બ્લોકને ટેકવવામાં આવ્યો છે તે હુક ઉપરનું દબાણ શોધો.

૪૫. એક વેસ્ટન પુલી-બ્લોકમાં પુલીના વ્યાસો ૮ ઇંચ અને ૮ ઇંચ છે. જો ૬૦ ટકા ધર્ષણમાં વ્યર્થ જાય, તો ૬૦ પૌંડનાં જોર વડે કેટલું વજન ઉપાડી શકશે? વળી ગતિનું પ્રમાણ શોધો.

૪૬. એક ઓઈલ એન્જીનના બેક હોર્સપાવર ૧૦ છે. બેક પુલી ઉપરના રોપ બેકમાં દોરડાંનો વ્યાસ ૧ ઇંચ છે. સ્પ્રીંગ બેલન્સ ૨ પૌંડ દર્શાવે છે અને દોરડાંના નીચલા છેડા ઉપરનું વજન ૭૦ પૌંડ છે. બેક પુલી દર મીનીટે ૩૦૦ આંટાની ઝડપે ફરે છે, તો બેક પુલીનો વ્યાસ શોધો.

૪૭. એક લેધના હેડ સ્ટોક સ્પીન્ડલ ઉપરના સ્પીડ કોનની સ્પીડના સૌથી મોટા અને સૌથી નાના વ્યાસો અનુક્રમે ૧૦ ઇંચ અને  $\frac{1}{2}$  ઇંચ છે. આ સ્પીડ કોનને દર મીનીટે ૩૫૦ આંટાની ઝડપે



ફરતી કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપર ચાવીથી સંજ્ઞા કરેલા એનેજ મળતા બીજા સ્પીડ કોન ઉપરથી ચલાવવામાં આવે છે. હેડ સ્ટોક સ્પીન્ડલ ઉપરનાં ૬૨ અને ૩૦ દાંતાનાં ચક્કરો એક ગીઅરિંગની એક શાફ્ટ ઉપરનાં ૧૮ અને ૫૦ દાંતાવાળાં ચક્કરો સાથે અનુક્રમે ગીઅર થાય છે, તો આ રચનાની આકૃતિ કાઢો, અને જ્યારે સીંગલ ગીઅર તેમજ ડબલ ગીઅર હોય ત્યારે સ્પીન્ડલની સૌથી વધુ અને સૌથી ઓછી ઝડપો શોધો.

૪૮. દાંતાવાળાં ચક્કરોના સમુહ (Train of gear wheels)માં ડ્રાઇવરો (ડાઈવીંગ વ્હીલો) ને ૧૦૦, ૮૦, અને ૭૦ દાંતા છે, અને ફોલોઅરો (ફોલોવ વ્હીલો) ને ૧૫, ૧૪, અને ૧૬ દાંતા છે. જો પહેલું ચક્કર દર મીનીટે ૪૫ આંટા ફરે, તો છેલ્લું ચક્કર તેટલાજ વખતમાં કેટલા આંટા ફરશે ?

૪૯. એક વેસ્ટન પુલી-બ્લોકમાં ધરેડીના વ્યાસો અનુક્રમે ૯ $\frac{૩}{૪}$  અને ૮ $\frac{૩}{૪}$  ઇંચ છે. જો એપ્રીશીઅન્સી ૪૦ ટકા હોય, તો ૫૦ પૌંડનાં જોર વડે કેટલું વજન ઉપાડી શકાય ?

૫૦. બે સ્પીડ કોનમાં દરેક કોન ઉપર માત્ર બે સ્ટેપ છે, બન્ને કોન એક સરખા છે, અને નાના સ્ટેપનો વ્યાસ ૨.૫ ઇંચ છે, તો ગતિનાં પ્રમાણ ૩ : ૧ અને ૧ : ૩ મેળવવા માટે આ બે સ્પીડ કોનના સ્ટેપના વ્યાસો નક્કી કરો. આ રચનાની આકૃતિ કાઢો, અને પટાની મદદ વડે આ બે કોનને કેવી રીતે જોડી શકાય તે શોધો.

૫૧. એક એન્જનની કેંક શાફ્ટ ઉપરનાં એક ડ્રમનો વ્યાસ ૨૦ ઇંચ છે, અને એકના પટાના બન્ને છેડા સાથે જોડેલા બેલન્સ અનુક્રમે ૩૦૦ પૌંડ અને ૯૦ પૌંડ દર્શાવે છે. જો એન્જનની ઝડપ દર મીનીટે ૪૦૦ આંટા હોય, તો એક હોર્સપાવર શોધો.

૫૨. એક ડબલ-એક્ટીંગ કમ્પાઉન્ડ સ્ટીમ એન્જનનાં સીલીન્ડરના વ્યાસો અનુક્રમે ૧૦ ઇંચ અને ૧૮ ઇંચ છે, અને સ્ટ્રોકની લંબાઈ

૨૭ $\frac{૧}{૨}$  ઇંચ છે. જો હાઇપ્રેશ્યોર સીલીન્ડરમાં સરેરાશ કાર્યસાધક દબાણ દર ચોરસ ઇંચ દીઠ ૭૦ પૌંડ હોય, અને લો પ્રેશ્યોર સીલીન્ડરમાં દર ચોરસ ઇંચ દીઠ ૨૫ પૌંડ હોય, તો તે એન્જીનના ઈન્ડીકેટર હોર્સપાવર શોધો.

૫૩. ૧૫૦ ટનના વજનનું એક લોકોમોટીવ (રેલવે એન્જીન) ૪૦૦ ટનનાં વજનની ત્રેનને ૧૦૦ એ ૧ના ઢાળ ઉપર ખેંચી જતાં ૬૦૦ હોર્સપાવર ઉત્પન્ન કરે છે. જો ખેંચાણને નડતો અવરોધ કુલ વજનના દર ટન દીઠ ૧૪ પૌંડ હોય, તો તે ઢાળ ઉપર ચઢતાં ત્રેનની ઝડપ કેટલી થશે તે શોધો.

૫૪. એક પટાની ચલાવનારી બાબુ (ટાઈટ બાબુ) ઉપરનું ખેંચાણ ૨૭૭ પૌંડ છે, અને બીજી બાબુ (લીલી બાબુ) ઉપરનું ખેંચાણ ૧૧૩ પૌંડ છે. પટાની ઝડપ દર મીનીટે ૧૨૦૦ ફુટ છે, તો દર મીનીટે તે પટા વડે થતું કામ શોધો, અને વળી સંચારણ કરવામાં આવતા હોર્સપાવર શોધો.

૫૫. એક વિંચ અથવા કેબલને ૭૫ ટકાની એફીશીઅન્સી સાથે ૪ ટનનું વજન ઉપાડવા માટે ગોઠવેલો છે. હાથાની લંબાઈ બેરલની સરેરાશ ત્રિજ્યાથી ચારગણી છે. હાથાને છેડે ૬૦ પૌંડનું જોર લાગુ પાડવાનું છે, તો તે કેબલ માટે જોઈતી દાંતાનાં ચક્કરોની હાર (ત્રેન ઓફ વ્હીલ્સ) દોરો, અને તે દરેક ચક્કર ઉપર તેના દાંતાની સંખ્યા લખો. દાંતાનાં ચક્કરોને તેમના પીચ સર્કલ (વર્તુલ) વડે દર્શાવો.

૫૬. ચાર સ્પીડવાળી બે ક્રાન પુલી વડે ૪ : ૧. ૩ : ૧, ૨ : ૧, અને ૧ : ૧નાં ગતિનાં પ્રમાણો મેળવવા માટે તે ક્રાન પુલીઓનાં સ્ટેપના વ્યાસો નક્કી કરો. સ્ટેપનો સૌથી મોટો વ્યાસ ૩૦ ઇંચ લેવાનો છે.

૫૭. એક વ્હીલ અને કમ્પાઉન્ડ એક્સલમાં મોટાં એક્સલનો વ્યાસ ૮ ઇંચ અને નાના એક્સલનો વ્યાસ ૬ ઇંચ છે. જો વ્હીલની સરેરાશ ત્રિજ્યા ૩૬ ઇંચ હોય, તો આ ચંત્રનું ગતિનું પ્રમાણ શોધો.

૫૮. એક વર્ષ બહીલ જોને ૨૦ દાંતા છે તે ૧-૨૫ ઇંચ પીચવાળા સ્ક્રુની નટ બને છે. ૨૧ ઇંચ લાંબા હાથા વડે ચલાવવામાં આવતો એન્ડલેસ સ્ક્રુ તે વર્ષ બહીલ સાથે ગીઅરમાં છે. જો આ યંત્રની એપ્રીશીઅન્સી ૩૦ ટકા હોય, તો જ્યારે હાથાને છેડે ૨૫ પૌંડનું જોર લાગુ પાડવામાં આવે ત્યારે વર્ષ બહીલ વડે ચાલતા સ્ક્રુના છેડા વડે કેટલું દબાણ કરવામાં આવશે ?

૫૯. એક કેબ જોમાં વર્ષ ગીઅરોંગ વપરાયું છે, તેમાં વર્ષ બહીલને ૪૮ દાંતા છે, એકસલનો વ્યાસ ૮ ઇંચ છે, હાથાની લંબાઈ ૧૮ ઇંચ છે, વર્ષ સોંગલ થ્રેડેડ છે, અને કેબની એપ્રીશીઅન્સી ૩૦ ટકા છે, તો ગતિનું પ્રમાણ શોધો, અને વળી જો હાથાને છેડે ૨૦ પૌંડનું સરેરાશ જોર લાગુ પાડવામાં આવે તો કેટલું વજન ઉપાડી શકાશે તે શોધો.

૬૦. નીચે આપેલા પીચના સ્ક્રુના આંટા કાપવા માટે જોઈતાં સુગમ પડતાં ચેન્જ-ગીઅર બહીલ્સ (દાંતાનાં ચક્કરો) નક્કી કરો. લેધના લીડીંગ સ્ક્રુનો પીચ દર ઇંચ દીઠ ૪ આંટા જેટલો છે:— $\frac{1}{8}$  ઇંચ,  $\frac{1}{16}$  ઇંચ, અને  $\frac{1}{32}$  ઇંચ.

૬૧. વજનો ઉપાડવા માટેના દોરડાં અને પુલીવાળા એક લીફ્ટીંગ ટેકલમાં બે બ્લોક છે. ઉપલા બ્લોકમાં ત્રણ અને નીચલા બ્લોકમાં બે ધરેડી છે, તો દોરડાંનો છેડો કયા બ્લોક સાથે બાંધવો જોઈશે, અને નીચલા બ્લોકના હુક ઉપરથી લટકાવેલાં ૮ હંડ્રેડવેટનાં વજનને ઉપાડવાને માટે કેટલા પૌંડનું જોર જોઈશે ? બ્લોકોની એપ્રીશીઅન્સી ૦.૭ છે.

૬૨. એક પટો ૨૪ હોર્સપાવરનું સંચારણ કરે છે, અને તેની ઝડપ દર મીનીટે ૧૮૦૦ ફુટ છે. પટા ઉપર સલામતી સાથે કાર્ય કરતું ખેંચાણ દર ઇંચ પહોળાઈ દીઠ ૧૪૦ પૌંડ લઈ શકાય છે, તો પટાની દીલી બાબુ ઉપરનું ખેંચાણ ટાઈટ બાબુ ઉપરનાં ખેંચાણથી અર્ધું લઈ પટાની જોઈતી પહોળાઈ શોધો.

૬૩. એક લંબના ડાઈર્વીંગ હેડ સ્ટોકમાં સ્પીડ કોનને ૧૨, ૧૦, ૮ અને ૬ ઇંચ વ્યાસના ૪ સ્ટેપ્સ અથવા સ્પીડ છે, અને એક ગીઅરીંગમાં ૧૪ દાંતાવાળાં બે પીનીઅન અને ૪૨ દાંતાવાળાં બે વ્હીલ છે, તો એક ગીઅરીંગનું પ્રમાણ શોધો.

જો કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપરનો સ્પીડ કોન હેડ સ્ટોકમાંના સ્પીડ કોનને બરાબર મળતો હોય, અને કાઉન્ટર શાફ્ટની ઝડપ દર મીનીટે ૧૨૦ આંટા હોય, તો હેડ સ્ટોકના સ્પીન્ડલની આંટા જુદી જુદી ઝડપો શોધો.

૬૪. દોરડાં વડે શક્તિનું સંચારણ કરવામાં, જે વ્હીલ ઉપર દોરડું ચાલે છે તેનો વ્યાસ ૧૪ ઝૂટ છે અને તે દર મીનીટે ૩૦ આંટા ફરે છે. દોરડાં ઉપરનું ખેંચાણ ૧૦૦ પૌંડ છે, તો સંચારણ કરવામાં આવતા હોર્સપાવર શોધો.

૬૫. એક ફ્રીક્શન એક ડાયનામોમીટરમાં ૯૩ પૌંડનાં વજનને વ્હીલનાં મધ્યબિંદુથી ૩૧ $\frac{૩}{૪}$  ઇંચનાં અંતરે લટકાવેલું છે. એક વ્હીલને તેની ધરી ઉપર બેસાડેલી ૫ ઝૂટ વ્યાસની પુલી વડે ચલાવવામાં આવે છે. આ પુલી ઉપર એન્જીનનાં ફ્લાઈ વ્હીલ ઉપરથી આવતો પટો ચાલે છે, અને તે દર મીનીટે ૧૨૦ આંટાની ઝડપે ફરે છે, તો આ ડાયનામોમીટરની થીઅરી સમજાવો, અને એન્જીન વડે આપવામાં આવતા હોર્સપાવર શોધો.

૬૬. એન્ડલેસ સ્ક્રુ અને વર્મ વ્હીલના ઉપયોગથી મળતો યાંત્રિક લાભ સમજાવો. એન્ડલેસ સ્ક્રુને જે લાથા વડે ફેરવવામાં આવે છે તેની લંબાઈ ૧૪ ઇંચ છે, વર્મ વ્હીલને ૩૨ દાંતા છે, અને ૬ ઇંચ વ્યાસનાં ડ્રમ ઉપરથી આવતાં દોરડાં વડે વજન W ને લટકાવવામાં આવે છે. આ ડ્રમને વર્મ વ્હીલની ધરી ઉપર બેસાડેલું છે. જે હાથાને છેડે દબાણ P લાગુ પાડવામાં આવે, તો P અને W વચ્ચેનું પ્રમાણ શોધો.

૬૭. એક કેનમાં ચક્રામની હાર આપેલી છે. પહેલાં પીનીઅનને હાથા વડે ચલાવવામાં આવે છે, અને છેલ્લાં બ્હીલને કેનનાં ચેન-બેરલની ધરી ઉપર બેસાડેલું છે. ચક્રામની રચના નીચે પ્રમાણે છે:—૧૧ દાંતાનું પીનીઅન ૮૨ દાંતાનાં બ્હીલ સાથે ગીઅર થાય છે, અને ૧૨ દાંતાનું પીનીઅન ૭૨ દાંતાનાં બ્હીલ સાથે ગીઅર થાય છે. બેરલનો વ્યાસ ૧૮ ઇંચ છે, અને હાથાના છેડા વડે દોરાતાં વર્તુલનો વ્યાસ ૩૬ ઇંચ છે, તો જોર અને ઉપાડેલાં વજન વચ્ચેનું પ્રમાણ શોધો. ધર્ષણ ધ્યાનમાં લેવાનું નથી.

૬૮. પુલીઓ અને પટાની મદદ વડે એક પંખાને એન્જન વડે ચલાવવામાં આવે છે. પહેલો ચલાવનારો પટો એન્જનનાં ફ્લાઈ બ્હીલ ઉપરથી પસાર થાય છે. પુલીઓની હાર નીચે પ્રમાણે છે:—(૧) ફ્લાઈ બ્હીલ A, (૨) એક ધરી ઉપર બે પુલીઓ B અને C, (૩) બીજી ધરી ઉપર બીજી બે પુલીઓ D અને E, અને (૪) પંખાની ધરી ઉપર એક પુલી F. A, B, C, D, E, અને Fના વ્યાસો અનુક્રમે ૧૨, ૩, ૮, ૨, ૫, અને ૧ છે, અને A દર મીનીટે ૨૦ આંટા ફરે છે, તો F દર મીનીટે કેટલા આંટા ફરશે ?

૬૯. ૨૦ દાંતાવાળું એક પીનીઅન સીધા રેકને ચલાવે છે. દાંતાનો પીચ  $\frac{1}{2}$  ઇંચ છે. પીનીઅનની શાફ્ટ ઉપર બેસાડેલાં એક રેચેટ બ્હીલ વડે પીનીઅનને ચલાવવામાં આવે છે, અને રેચેટ બ્હીલને ૪૦ દાંતા છે, તો રેચેટ બ્હીલનો દરેક દાંતો ચલાવતાં રેક કેટલા ઇંચ આગળ ચાલશે ?

૭૦. એક લેધ ઉપર ૪ ઇંચ વ્યાસની અને ૧૮ ફુટ લાંબી એક સ્ટીલની શાફ્ટને ટર્ન કરવામાં ( ખરાદવામાં ) આવે છે. શાફ્ટ દર મીનીટે ૪૮ ફુટની ઝડપે ફરે છે. શાફ્ટના દર ૧૨ આંટા દીઠ દુલને એક ઇંચની શીડ આપવામાં આવે છે, તો આ શાફ્ટની આખી લંબાઈએ એક કાપ (કટ) પુરો કરવા માટે કેટલો વખત જોઈશે ?

## જવાબો

### એકસસાઈઝિ ૧લી. પૃષ્ઠ ૧૧-૧૨.

૧. ૨૧૦ આંટા. ૨. ૩૧.૧ ઈંચ. ૩. ૧૧૬.૬ આંટા. ૪. ૧૯.૪૪ ઈંચ.  
 ૫. ૨૦ ઈંચ અને ૧૨ ઈંચ. ૬. ૧૧.૮ ઈંચ અને ૩૪.૨ ઈંચ.  
 ૭. ૮ ઈંચ અને ૧૨ ઈંચ; ૯૬ અને ૧૪૪ આંટા.  
 ૮. ૬.૪ ફુટ અને ૧.૬ ફુટ. ૯. ૨૯૩.૪૭ આંટા અને ૧૫૬.૫૩ આંટા.

### એકસસાઈઝિ ૨જી. પૃષ્ઠ ૩૬-૪૩.

૧. ૨૧.૫ ઈંચ. ૨. ૨૦૦ દાંતા. ૩. દર ઈંચ વ્યાસ દીઠ ૧૨, અથવા  $\frac{૧૨}{૧}$ ; ૦.૨૬૧૮ ઈંચ. ૪.  $\frac{૭૨}{૧}$  ઈંચ. ૫. દર ઈંચ વ્યાસ દીઠ ૭, અથવા  $\frac{૭}{૧}$ . ૬. ૮૦ દાંતા. ૭. ૩૦ આંટા. ૮. ૩૦ આંટા; આઘડલ વહીલ.  
 ૯. ડ્રાઇવર ૧૨ ઈંચ વ્યાસ ૩૦ દાંતાનું; ફેલોઅર ૪૮ ઈંચ વ્યાસ ૧૨૦ દાંતાનું. ૧૦. ૬૦ દાંતા. ૧૧. ૧૨ ઈંચ અને ૮ ઈંચ; ૧.૫૭ ઈંચ.  
 ૧૨. ખરા વ્યાસ ૩૪.૩૬ ઈંચ અને ૨૫.૭૭૨ ઈંચ; ૧૦૮ અને ૮૧ દાંતા; તક્ષાવત ૦.૦૬૮૧ ઈંચ. ૧૩. ૨૫ દાંતા અને ૫૦ દાંતા.  
 ૧૪. ૬ ફુટ ૩.૪ ઈંચ. ૧૫. ૧૦ ફુટ. ૧૬.  $\frac{૧૬}{૧}$  આંટા. ૧૭. ૨૨૩ પૌંડ.  
 ૧૮. ૧૫૨ પૌંડ. ૧૯. ૮ આંટા. ૨૦. ૫૯.૪ પૌંડ.  
 ૨૧.  $\frac{૧૬}{૧}$  ઈંચ;  $\frac{૧૬}{૧}$  ઈંચ;  $\frac{૧૬}{૧}$  ઈંચ;  $\frac{૧૬}{૧}$  ઈંચ;  $\frac{૧૬}{૧}$  ઈંચ;  $\frac{૧૬}{૧}$  ઈંચ;  $\frac{૧૬}{૧}$  ઈંચ.  
 ૨૨. ૧૯.૧ ઈંચ; ૨૨ આંટા. ૨૩. ૪૫૦ આંટા; ૧૦૦૩.૫ પૌંડ.  
 ૨૪.  $\frac{૭૫}{૧} \times \frac{૭૫}{૧}$ . ૨૫.  $\frac{૭૦}{૧} \times \frac{૪૦}{૧}$ . ૨૬.  $\frac{૧૬}{૧}$ ; ૨૦ આંટા.  
 ૨૭. ૧૦૦ પૌંડ; પરચેઝ ઓફ ગીઅર =  $\frac{૧૬}{૧}$ . ૨૮. ૭૮ આંટા.  
 ૨૯. (૧) ૧૪૨.૨ આંટા; (૨) ૨૮.૮ સેકન્ડ; (૩) ૧૪૬૫.૨ પૌંડ.  
 ૩૦. ૨૪૦૦ પૌંડ. ૩૧. ૧૦૦ પૌંડ. ૩૨. ૨.૬૨૫ ટન.  
 ૩૩. ૫૧.૭ પૌંડ; ચક્રાગ્રમ વડે મળતો લાલ = ૫૪.૧૬ : ૧; ૬.૩૮ ટન;  
 ૮.૫૧ ટન; ૨ ફુટ.

### એકસસાઈઝિ ૩જી. પૃષ્ઠ ૬૩-૬૬.

૧. ૯૦૦ પૌંડ; ૬૭૫ પૌંડ. ૨. (૧) ૨૩.૭; ૨૩.૭ : ૧;  
 (૨) ૧૬.૬; ૧૬.૬ : ૧. ૩. (૧) ૨૧૬; (૨) ૨૮; (૩) ૧૭૨૮૦ ફુટ-પૌંડ;

- (૪) ૨૨૪૦ ફુટ-પૌંડ; (૫) ૧૨.૯૬ ટકા; (૬) ૦.૧૩૫ હો. પા.  
 ૪. ૪૨૦૧ પૌંડ; ૨૯૪૦.૭ પૌંડ; (૧) ૫૨.૫; (૨) ૩૬.૭;  
 (૩) ૪૨૦૧ ફુટ-પૌંડ; (૪) ૨૯૪૦.૭ ફુટ-પૌંડ; (૫) ૭૦ ટકા;  
 (૬) ૧૫.૭૧ ફુટ. ૫. ૧૯૨૦૦ પૌંડ; ૪૦૦ પૌંડ; ૯૬૦ પૌંડ; ૪૧૧૪.૨ પૌંડ.  
 ૬. ૮૦; ૨૯૩૦૩; ૧૯૮૦ પૌંડ; ૧૨૦૦ પૌંડ. ૭.  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ .  
 ૮. ૮ ઇંચ; ૬ ઇંચ. ૯. ૧૬ ઇંચ; ૪૮૦ પૌંડ; ૨૫૨૦ પૌંડ.  
 ૧૦. ૧૧ : ૧૧૦૪; ૧૧ : ૭૭૨.૮. ૧૧. ૩.૭૫ ટન.  
 ૧૨. યાંત્રિક લાલ = ૨૬.૧૭૬ : ૧; ગતિનું પ્રમાણ = ૪૪.૬ : ૧.  
 ૧૩. યાંત્રિક લાલ = ૮૯; ગતિનું પ્રમાણ ૧૦૪.૭ : ૧; એપ્રીશીઅન્સી  
 = ૦.૪૧;  $P = ૧૬.૩૯$  પૌંડ; એપ્રીશીઅન્સી = ૦.૭૨૨.  
 ૧૪. ૩૦.૫ હો. પા.; ૨૨૭૮૭ વૉટસ; ૧૭૦ એમ્પીઅર.  
 ૧૫. ૭૨ ટકા. ૧૬. ૭૬ ટકા.

### એકસર્સાઈઝ ૪થી. પૃષ્ઠ ૧૦૪-૧૧૧.

૧. ૩૨૦ આંટા. ૨. ૭.૫ ઇંચ. ૩. ૧૧૬.૬ આંટા.  
 ૪. ૨૭.૪૩ ઇંચ. ૫. ૨૬.૫૮ ફુટ; ૧૫૨.૨૫ આંટા.  
 ૬. ૨૫.૮૪ ઇંચ; ૨૪૦ આંટા. ૭. ૯૦.૪ અને ૧૬૯.૬.  
 ૮. ૯.૭ ઇંચ અને ૩૨.૩ ઇંચ. ૯. ૮.૪૬ ઇંચ. ૧૦. ૧૨૭ આંટા.  
 ૧૧. ૨૪ ઇંચ અને ૯ ઇંચ. ૧૨. ૧૮ ઇંચ અને ૪૨ ઇંચ;  
 ૧૨૦ આંટા અને ૨૮૦ આંટા. ૧૩. ૧૭૨૫ આંટા; ૩૬.૫ પૌંડ.  
 ૧૪. ૪૫૪.૮ આંટા. ૧૫. ૯.૩ : ૧. ૧૬. એન્જન ઉપર ૨૩.૨૨  
 ઇંચ વ્યાસની પુલી; કાઉન્ટર શાફ્ટ ઉપર ૧૦ ઇંચ વ્યાસની પુલી એન્જન  
 ઉપરની પુલીની સામે, અને ૧૨ ઇંચની પુલી પમ્પ ઉપરની પુલીની સામે.  
 ૧૭. ૩૬૬.૬ આંટા; ૯૧.૬ આંટા. ૧૮. ૧૦ ઇંચ અને ૧૨ ઇંચ.  
 ૧૯. ૧૪.૬૬ ફુટ; ૭૨, ૧૧૬.૪, ૧૮૦, ૨૭૮.૧, ૪૫૦ આંટા;  
 ૭૫૯ ગીઅર વડે ૮, ૧૨.૯, ૨૦, ૩૦.૯, ૫૦ આંટા. ૨૦. ૧૦ ઇંચ.  
 ૨૧. ૧૨૪.૪ આંટા. ૨૬. ૯૪.૩ અને ૧૪૬.૬ આંટા. ૨૭. ૧૫.૫ ફુટ.  
 ૨૮. ૬૭૩.૦૭ પૌંડ. ૨૯. ૫૨૮ પૌંડ. ૩૦. ૫.૬ હો. પા.  
 ૩૧. ૩.૧૪ ઇંચ. ૩૨. ૩.૪ હો. પા. ૩૩. ૫૦.૪ અને ૩૭૮ પૌંડ; ૪.૨ ઇંચ.  
 ૩૪. ૧૨ હો. પા. ૩૫. ૧૧૪.૬ આંટા; ૧૦૮.૮ આંટા.

૩૬. ૧૦૫ હો. પા. ૩૭. ૨૫૧૪ કુટ દર મીનીટે; ૨૬૨ પૌંડ.  
૩૮. ૨૪ અને ૮ ઇંચ, ૨૧.૩ અને ૧૦.૬ ઇંચ, ૧૯.૨ અને ૧૨.૮ ઇંચ.  
૩૯. ૩૦ અને ૬ ઇંચ, ૨૮.૮ અને ૭.૨ ઇંચ, ૨૭ અને ૯ ઇંચ,  
૨૪ અને ૧૨ ઇંચ, ૧૮ અને ૧૮ ઇંચ.

### એકસર્સાઈઝ પમી. પૃષ્ઠ ૧૩૦-૧૩૨.

૧. ૧૬ એ. હો. પા. ૨. ૭.૫ એ. હો. પા.; ૩૧૮.૧૨ B. T. U.  
૩. ૮૭.૨ ટકા; ૩૬૩૦૦ કુટ-પૌંડ. ૪. ૪.૨૭ એ. હો. પા.  
૫. ૩૭.૮ ઇ. હો. પા.; ૩૧ એ. હો. પા.; ૮૨ ટકા. ૬. ૭.૨ એ. હો. પા.  
૭. ૮.૧૭ એ. હો. પા. ૮. ૭૯૬૨.૬૨૪ એ. હો. પા.

### એકસર્સાઈઝ ફી. પૃષ્ઠ ૧૫૩-૧૫૫.

૧. ૧૧૨૦ પૌંડ. ૨. ૫૫.૩ પૌંડ; ૩૨૯.૩ પૌંડ. ૩. ૫૧૦ પૌંડ; ૬૯૦ પૌંડ.  
૪. ૪૧૯૨ કુટ-પૌંડ; ૦.૪૨. ૫. (૧) ૧૧૭૬ કુટ-પૌંડ; (૨) ૭૧.૪ ટકા;  
(૩) ૨૮.૬ ટકા. ૬. ૨૩.૭ ટકા. ૭. ૯૬૦ પૌંડ; ૧૧૦૦ પૌંડ;  
૭૨૪.૮ પૌંડ; ૮૩૦.૫ પૌંડ. ૮. (૧) ૫; ૫ : ૧; (૨) ૩.૩;  
(૩) ૦.૬૬; (૪) ૬૬ ટકા. ૯. ૧૬૮ પૌંડ. ૧૦. ૯૮૦ પૌંડ; ૪ કુટ;  
૧૨૩૦ પૌંડ. ૧૧. ૨૫૦ પૌંડ. ૧૨. ૧૨૧૫.૨ પૌંડ. ૧૩. ૮૪.૬;  
૧૧૨.૫ : ૧; ૦.૪૪. ૧૪. ૮૫; ૧૧૩.

### એકસર્સાઈઝ ભમી. પૃષ્ઠ ૧૭૬-૧૭૮.

૧. ૧ : ૬૦. ૨. ૧૨૦૦ પૌંડ. ૩.  $\frac{૩}{૪}$  પૌંડ. ૪. ૨ ઇંચ.  
૫. ૪૦ : ૧. ૬. ૧.૨ ઇંચ. ૭. ૨૦ ઇંચ. ૮. ૨૦૦ કુટ. ૯. ૧૦૦.૮ પૌંડ.  
૧૦. ૬૨.૫ પૌંડ, ૧૧. (૧)  $\frac{૧૧}{૧૨}$ ; (૨)  $\frac{૧૧}{૧૨}$ ; (૩) ૦.૫; (૪) ૫૦ ટકા.  
૧૨. ૮૦ કુટ દર મીનીટે. ૧૩. ૩૦ ટકા. ૧૪. ૭.૮ ઇંચ. ૧૫. ૧૫૩ પૌંડ.  
૧૬. ૧૨૫ પૌંડ; ૩૫૭.૧ પૌંડ. ૧૮. ૬ કુટ. ૧૯. ૮.૮ ઇંચ.

### એકસર્સાઈઝ ટમી. પૃષ્ઠ ૧૯૫-૧૯૭.

૧. (અ) ૭૨ પૌંડ; ૬૯.૫૮ પૌંડ; (બ) ૭.૫ ઇંચ; (ક) ૩૭.૫ કુટ;  
(ડ) ૧૬૦ પૌંડ; ૧૧૦૮.૪૮ પૌંડ. ૨. ૭૫ પૌંડ; ૭૦ પૌંડ.  
૩. ૭૦ પૌંડ; ૩૪૩ પૌંડ. ૪. (અ) ૯૫.૩૯ પૌંડ; ૧૦૦ પૌંડ.  
(બ) ૧૦.૧૮ ઇંચ. (ક) ૫૬.૩૭ કુટ. (ડ) ૪૫૧ પૌંડ; ૪૫૧૦ પૌંડ.  
૫. ૪૨ પૌંડ; ૩૬૦ પૌંડ. ૬. ૧૧૨ પૌંડ; ૧૯૩.૭૬ પૌંડ. ૭. ૧૫ પૌંડ.



૨૧.૧૫ પૌંડ. ૮. ૨૬૨.૫ પૌંડ; ૧૮૧.૨૫ પૌંડ. ૯. ૪૯ પૌંડ; ૩૬.૫ પૌંડ.  
૧૦. ૧૯.૧૨૮ પૌંડ; ૨૨.૭૫૬ પૌંડ; ૧૭.૮૦૫ પૌંડ; ૮°-૩૨'.

### એકસર્સાઈઝ લમી. પ્રશ્ન ૨૪૮-૨૫૫.

૧. ૨૦ ઇંચ. ૨. ૧ ઇંચ પીચ. ૩. ૩ આંટા. ૪.  $\frac{1}{4}$ " ;  $\frac{1}{8}$ " ;  $\frac{3}{8}$ " ;  $\frac{1}{2}$ " .  
૫. ૧૮૪૮૦ પૌંડ; ૧૧૨.૫ પૌંડ. ૬. ૧૦.૫ પૌંડ; ૭૯૨ પૌંડ.  
૭. ૨૩૮ પૌંડ. ૮. ૪૪.૫ પૌંડ; ૧૪૮.૪૮ પૌંડ. ૯. ૧૪ ઇંચ.  
૧૦. ૧.૨૫ ઇંચ-ટન. ૧૧.  $\frac{1}{2}$  ઇંચ પીચ. ૧૨. ૧૦૦.૫૭ પૌંડ.  
૧૩. ૫૨૮૦ પૌંડ; ૫૦ પૌંડ. ૧૪. ૫૦૨૮ પૌંડ. ૧૫. (૧) ૧ : ૩૫.૨;  
(૨) ૮૮૦ પૌંડ; (૩) ૯૫.૪૫ પૌંડ. ૧૬. ૪૫૫૧ પૌંડ.  
૧૭. ૫.૫૭ પૌંડ; ૨૫૧.૪ : ૧;  $\frac{W}{P} = \frac{૧૦૦.૫}{૧}$ . ૧૮.  $\frac{1}{2}$  ઇંચ;  $\frac{1}{4}$  ઇંચ.  
૧૯.  $\frac{1}{8}$ " ;  $\frac{1}{4}$ " ;  $\frac{3}{8}$ " ;  $\frac{1}{2}$ " ;  $\frac{3}{4}$ ". ૨૦. ૨૧.૪૩ પૌંડ. ૨૧. ૯૪૦ ડીઝી.  
૨૨. (૧) ૧ : ૧૮; (૨) ૪૫૦ પૌંડ. ૨૩. ૧ : ૨૧૧.૨; ૨૧.૨ પૌંડ.  
૨૪. (૧)  $P : W :: ૧ : ૧૩૨૦$ ; (૨) ૪૪૦૦ : ૧; (૩) ૨૬૪૦૦ પૌંડ.  
૨૫. (૧) ૧ : ૨૮.૧૬; (૨) ૮૦.૪૫ : ૧; (૩) ૮૪૪.૮ પૌંડ.  
૨૬. ૨૬૪ પૌંડ. ૨૭. ૧ : ૧૨.૫; ૧૫૦ પૌંડ. ૨૮. ૩૫ પૌંડ ૨૯. ૩૦ આંટા.  
૩૦.  $\frac{1}{4}$  ઇંચ;  $\frac{1}{2}$  ઇંચ. ૩૧. (૧)  $\frac{૧૦૦૦૦૦૦}{૧}$  ઇંચ; (૨)  $\frac{૧૦૦૦}{૪}$  ઇંચ;  
(૩)  $\frac{૧}{૨}$  ઇંચ. ૩૨.  $\frac{૪૫}{૨}$ .

### એકસર્સાઈઝ ૧૦મી. પ્રશ્ન ૨૯૮-૩૦૨.

૧. ૧૬ : ૧; ૩૨૦, ૨૨૪, ૧૬૦, ૧૧૪.૨૮, ૮૦, ૨૦, ૧૪, ૧૦,  
૭.૧૪, અને ૫ આંટા. ૨. ૪૪ દાંતા. ૩. ૪૫૦ પૌંડ; ૧૨૫ પૌંડ.  
૪.  $\frac{1}{2}$  ચે  $\times \frac{1}{2}$  ચે. ૫.  $\frac{૮૦}{૧૦}$ . ૬. ૯ : ૧; ૪૦૦, ૨૧૩.૩, ૧૨૦, ૬૪,  
૪૪.૪, ૨૩.૭, ૧૩.૩, અને ૭.૧ આંટા. ૭.  $\frac{૩૦}{૧૦}$ ;  $\frac{૬૦}{૧૦}$ ;  $\frac{૧૧૦}{૧૦} \times \frac{૬૦}{૧૦}$ ;  
 $\frac{૨૦}{૧૦} \times \frac{૩૦}{૧૦}$ ; ચેચ;  $\frac{૬૦}{૧૦}$ ;  $\frac{૩૦}{૧૦}$ ;  $\frac{૩૦}{૧૦}$ . ૮. ૬૩૬.૩૬, ૪૨૫, ૨૮૮.૨૩,  
૧૯૨.૫, ૧૧૦.૮૫, ૭૪.૦૩, ૫૦.૨, અને ૩૩.૫૩ આંટા. ૯.  $\frac{૨૦}{૧૦}$ .  
૧૦. ૮ $\frac{1}{2}$  આંટા. ૧૧. ૨૨ $\frac{1}{2}$  આંટા. ૧૨.  $\frac{૩૦}{૧૦} \times \frac{૨૦}{૧૦}$ .  
૧૩. ૬ ફુટ ૧૦ $\frac{1}{2}$  ઇંચ; ૯ ફુટ. ૧૪. એવલ બ્હીલ C ને ૪૦  
દાંતા; D ને ૩૨ દાંતા; W ને ૭૫ દાંતા; W<sub>૧</sub> ને ૩૦ દાંતા.  
૧૫. ૧૨.૫ ફુટ; ૩૯.૦૬ ફુટ. ૧૬.  $\frac{B}{G} = \frac{૧૫}{૬૩૦}$  અને  $\frac{C}{D} \times \frac{E}{G} =$   
 $\frac{૧૫}{૬૩૦} \times \frac{૩૦}{૬૩૦}$ .

મીકેનીકલ એન્જનીયરીંગનાં બીજાં વર્ષની વાર્ષિક પરિક્ષામાં  
પ્રશ્નોત્તરો અને બીજા પરચુરણ દાખલાઓ. પૃષ્ઠ ૩૦૩-૩૧૬

૧. ૧૫.૫ પૌંડ. ૨. ૯૦૦૦ પૌંડ. ૩. ૧૦૦૯ પૌંડ.
૪. ૨૯-૬ પૌંડ. ૫. ૯૦૫૧-૪૨ પૌંડ. ૬.  $\frac{૩૦}{૧૦}$ . ૭. ૧૫૮-૮૬ ટન.
૮. ૪૬-૧૬ પૌંડ. ૯. ૩૪-૫૨ એમ્પીઅર. ૧૦. ૧૩૫-૭ પૌંડ.
૧૧. ૪૫-૫ ટન. ૧૨. ૯૧૩૫-૬ પૌંડ. ૧૩.  $\frac{૩૦}{૧૦} \times \frac{૩૦}{૧૦}$ .
૧૪. ૦-૪૩ હો. પા.; ૭-૫ મીનીટ. ૧૫. ૧૬૦૯-૧૪ પૌંડ.
૧૬. ૧૪-૬ ઇંચ. ૧૭. ૧૮-૧૮ એમ્પીઅર. ૧૮. ૦-૪૫ હો. પા.
૧૯. ૨ ઇંચ. ૨૦. ૦-૦૦૨. ૨૧. દર મીનીટે ૩૬૬૬ આંટા અને ૯૧૬ આંટા.
૨૨. ૫-૧૪ ગ્રે. હો. પા. ૨૩. ૫-૭ હો. પા.
૨૪. ૫-૫૭ ઇંચ. ૨૫. ૦-૫૧. ૨૬. દર મીનીટે ૨૬૨-૫, ૧૮૦, ૧૨૫, ૮૫-૭, ૨૩-૬૨૫, ૧૬-૨, ૧૧-૨૫, અને ૭-૭ આંટા.
૨૭. ૬૦૮૨૫-૬ પૌંડ. ૨૮. ૭-૯૨ ઇંચ. ૨૯. ૨૦૧૧૪-૨ પૌંડ.
૩૦. જે છોડે વજન લટકાવેલું છે તે છોડથી ૫-૧ ફુટ દુર.
૩૧. ૫૫ હો. પા. ૩૨. ૯૩-૩ પૌંડ; દર મીનીટે ૭૦-૭ ફુટ.
૩૩. ૧૦-૩૪ ટન. ૩૪. ૨૦૦ દાંતા અને ૫૦ દાંતા; ૨૦૦ આંટા.
૩૫. ૦-૫. ૩૬. ૩૯-૨ ગ્રે. હો. પા. ૩૭. ૬-૬ પૌંડ. ૩૮. ૬૭-૫ પૌંડ.
૩૯. દર કલાકે ૧૨-૫ માઇલ. ૪૦. ૧૫-૬ મીનીટ. ૪૧. ૨૪ : ૧.
૪૨. ૨૮૦ આંટા, ૨૦૦ આંટા, ૧૪૨-૮ આંટા, ૩૧-૧ આંટા, ૨૨-૨ આંટા, અને ૧૫-૮ આંટા. ૪૩. ૦-૦૬૫. ૪૪. ૦-૬૬; ૧૩૬૦ પૌંડ. ૪૫. ૪૩૨ પૌંડ. ૪૬. ૫-૦૬ ફુટ. ૪૭. સીંગલ ગીઅર વેળાએ દર મીનીટે ૬૩૬-૩૬ આંટા અને ૧૯૨-૫ આંટા; ડબલ ગીઅર વેળાએ દર મીનીટે ૧૧૦ આંટા અને ૩૩ આંટા.
૪૮. ૭૫૦ આંટા. ૪૯. ૫૯૨ પૌંડ. ૫૦. ૭-૫ ઇંચ અને ૨-૫ ઇંચ. ૫૧. ૧૩-૩ ગ્રે. હો. પા. ૫૨. ૨૪૭-૧૮ ઈ. હો. પા. ૫૩. દર કલાકે ૧૧-૨ માઇલ. ૫૪. ૧૯૬૮૦૦ ફુટ-પૌંડ; ૫-૯ હો. પા.

૫૫.  $\frac{9}{10} \times \frac{1}{2}$ . ૫૬. ડ્રાઈવીંગ કોનના વ્યાસ:— $7\frac{1}{2}"$ ,  $4\frac{3}{4}"$ ,  $12\frac{1}{2}"$ ,  
 અને  $12\frac{3}{4}"$ ; હેડસ્ટોકના કોનના વ્યાસ:— $30"$ ,  $22\frac{1}{2}"$ ,  $24"$ , અને  
 $12\frac{3}{4}"$ . ૫૭. ૭૨ : ૧. ૫૮. ૧૫૮૪૦ પૈાંડ. ૫૯. ૨૧૬ : ૧;  
 ૧૨૯૬ પૈાંડ. ૬૦.  $\frac{30}{100}$ ,  $\frac{30}{100}$ ,  $\frac{30}{100} \times \frac{1}{2}$ . ૬૧. નીચલા બ્લોક  
 સાથે; ૨૫૬ પૈાંડ. ૬૨. ૬૨૮૬ પૈાંડ. ૬૩. ૯ : ૧ ; ૬૨ મીનીટ  
 ૨૪૦, ૧૫૦, ૯૬, ૬૦, ૨૬.૬, ૧૬.૬, અને ૬.૬ આંટા.  
 ૬૪. ૪ હો. પા. ૬૫. ૫.૬ બ્રે. હો. પા. ૬૬. ૩ : ૪૪૮.  
 ૬૭. ૧૧ : ૧૧૦૪. ૬૮. ૧૬૦૦ આંટા. ૬૯.  $\frac{1}{2}$  ઇંચ.  
 ૭૦. ૫૬.૫ મીનીટ.

## અનુક્રમણિકા

અ		
આઈડલ વ્હીલ્સ, ...	૨૩	
ઈન્ડીકેટર હોર્સપાવર, ...	૧૧૬	
ઈન્કલાઈન્ડ પ્લેન, ...	૧૭૯	
ઈન્કલાઈન્ડ પ્લેન ઉપર જોર, વજન અને પ્રતિકાર્યનાં પ્રમાણ ...	૧૮૦, ૧૮૧, ૧૮૨	
ઉલટા સુલતી ગતિઓ, પુલીઓ અને પટા વડે, ...	૮૦	
એડેન્ડમ, ...	૧૪	
એડેન્ડમ સર્કલ, ...	૧૫	
એબ્સોર્પશન ડાયનામોમીટર, ...	૧૧૭	
ઓપન બેલ્ટ, ...	૬૮	
ક		
કમ્પાઉન્ડ સ્લાઈડ રેસ્ટ, ...	૨૬૮	
કાઉન્ટર શાફ્ટ, ...	૮૫	
ક્રેપ, ...	૪૫	
ક્રેપ, સીંગલ પરચેઝ, ...	૪૬	
ક્રેપ, દબલ પરચેઝ, ...	૫૩	
ક્રેપ, ત્રેબલ પરચેઝ, ...	૫૭	
ક્રેપમાં દાંતાનાં ચક્કરો ઉપરનું દબાણ, ...	૫૯	
ક્રેપ, વર્મ અને વર્મ વ્હીલ સાથની, ...	૨૩૧	
ક્રોણિય વેગ, ...	૨	

કોસ બેલ્ટ, ...	૬૮
કોન પુલી, ...	૮૪
કોન પુલી, ફાસ્ટ હેડસ્ટોક ઉપરની, ...	૨૫૮, ૨૬૦

### ગ

ગતિનો વેગ, ...	૧
ગતિનો વેગ, સમાન, ...	૧
ગતિઓ, પુલીઓ અને પટા વડે ઉલટા સુલતી, ...	૮૦
ગતિનું પ્રમાણ, દાંતાનાં ચક્કરોમાં, ...	૧૮
ગતિનું પ્રમાણ, સીંગલ પરચેઝ ક્રેપમાં, ...	૪૮
ગતિનું પ્રમાણ, ડબલ પરચેઝ ક્રેપમાં, ...	૫૫
ગતિનું પ્રમાણ, બેલ્ટ ગીઅરીંગમાં, ...	૬૭
ગતિનું પ્રમાણ, પુલી-બ્લોક ટેકલમાં, ...	૧૪૧
ગતિનું પ્રમાણ, વ્હીલ અને કમ્પાઉન્ડ એક્સલમાં, ...	૧૫૯
ગતિનું પ્રમાણ, વર્મ અને વર્મ વ્હીલ સાથના ક્રેપમાં, ...	૨૩૩
ગતિનું સંચારણ, ડીસ્ક અથવા રોલર વડે, ...	૬

ગતિનું સંચારણ, દાંતાનાં	
ચક્કરો વડે, ...	૧૨
ગતિનું સંચારણ, પટા અને	
પુલી વડે, ...	૬૭
ગતિનું સંચારણ, દોરડાં	
વડે, ...	૬૭, ૧૦૨
ગતિનું સંચારણ સાંકળવડે, ૬૭, ૧૦૩	
ગતિનાં સંચારણ, સ્કુ વડે	
મેળવવામાં આવતી, ...	૨૧૮

## ચ

ચક્કરોની ગતિનું પ્રમાણ, ૧૮	
ચાઈનીઝ વીન્ડલેસ, ...	૧૫૬
ચીપીઆ, પટાને ખસેડવા	
માટે, ...	૮૨, ૮૬
ચેન ગીઅરીંગ	૬૭, ૧૦૩
ચેન્જ વ્હીલ્સ, સ્કુના આંટા	
કાપવા માટે, ૨૭૪, ૨૭૯	
ચેન્જ વ્હીલ્સ, એકથી વધુ	
આંટાવાળા સ્કુના આંટા	
કાપવા માટે, ...	૨૮૩
ચેન્જ વ્હીલ્સના કાંડા, જુદા	
જુદા પીચના આંટાઓના	
સ્કુ કાપવા માટે, ૨૮૪, ૨૮૫	
ચેન્જ વ્હીલ્સ બરાબર ખરાં	
છે કે કેમ તે માટેનો તાળો, ૨૮૬	
ચોરસ આંટો, ...	૨૦૬
ચોરસ આંટાનો સ્કુ, ...	૨૦૭

## જ

જોડી પુલી, ...	૯૬
ટ	
ટર્બાઈન બ્રેક, ...	૧૧૩
ટમ્બલર ગીઅર, ...	૨૭૩
ટાઈટનીંગ પુલી, ...	૯૬
ટેલ હેડ સ્ટોક, ...	૨૬૬

## ડ

ડ્રાઈવર, ...	૬, ૬૮
ડાયમેટ્રલ પીચ, ...	૧૪
ડાયનામોમીટર, ...	૧૧૭
ડાયનામોમીટર, એપ્પરોપ્રિયેશન, ૧૧૭	
ડાયનામોમીટર, ટ્રાન્સમીશન, ...	૧૧૭, ૧૨૨
ડાયનામોમીટર, રોપ બ્રેક, ૧૧૭	
ડાયનામોમીટર, બ્લોક બ્રેક, ૧૨૦	
ડાયનામોમીટર, બેલ્ટ, ...	૧૨૩
ડાયનામોમીટર, સીમેન્સ બેલ્ટ, ૧૨૩	
ડાયનામોમીટર, ક્રુડ એન્ડ	
થોર્નક્રિફ્ટ ટ્રાન્સમીશન, ૧૨૪	
ડીડેન્ડમ, ...	૧૪
ડીડેન્ડમ સર્કલ, ...	૧૫

## ઢ

ઢાળવાળી સપાટી, ...	૧૭૯
ઢાળ ઉપર જોર, વજન,	
અને પ્રતિકાર્યનાં પ્રમાણ, ...	૧૮૦, ૧૮૧, ૧૮૨

ઢાળવાળી સપાટી ઉપર ધર્ષણ  
ધ્યાનમાં લેવા વિષે, ... ૧૮૫

ત

ત્રાન્સમીશન ડાયનામોમીટર,  
... ૧૧૭, ૧૨૨

તુથ ગીઅરીંગ, ... ૧૨

તુથ વ્હીલ્સ, ... ૧૩

ત્રેન ઓફ વ્હીલ્સ, ... ૨૮

ત્રેન ઓફ પુલીઝ, ... ૭૫

તોર્શન મીટર, ... ૧૨૬

થ

થર્ડ સીસ્ટમ ઓફ પુલીઝ, ૧૪૧

દ

દાંતાનાં ચક્કરો, ... ૧૨

દાંતાનાં પ્રમાણ, ... ૧૫

ન

નટ, ... ૨૦૦

નટનાં માપ નક્કી કરવા

માટેના નિયમ, ... ૨૦૪

નોમીનલ હોર્સપાવર, ... ૧૧૬

પ

પટો, ખુલ્લો, ... ૬૮

પટો, કોસ, ... ૬૯

પટાનું સરવું તે, ... ૭૨

પટા વડે અસમાંતર શાફ્ટોને

ચલાવવાની રીત, ... ૯૪

પટા વડે સંચારણ થતી શક્તિ ૯૭

પટાની ટાઈટ બાજુ, ... ૯૭

પટાની ઢાલી બાજુ, ... ૯૭

પમ્પ બ્રેક, ... ૧૧૨

પ્લેનીંગ મશીનની ટેબલની

આમ તેમની ગતિ સ્કુ અને

નટ વડે મેળવવાની રીત, ૨૯૧

પ્લેનીંગ મશીનની ટેબલની

આમ તેમની ગતિ રેક

અને પીનીઅન વડે મેળ-

વવાની રીત, ... ૨૫૯

પીચ સરફેસીસ, ... ૧૩

પીચ સર્કલ, ... ૧૩

પીચ, દાંતાવાળાં ચક્કરમાં

દાંતાનો, ... ૧૪

પીચ, સર્ક્યુલર, ... ૧૪

પીચ, ડાયમેટ્રીક, ... ૧૪

પીચ, સ્ક્રુના આંટાના, ૨૦૦, ૨૦૫

પીનીઅન, ... ૨૦

પુલીઓ, ફાસ્ટ અને લુસ, ૭૯

પુલીઓ અને પટા વડે ઉલટા

સુલતી ગતિઓ, ... ૮૦

પુલીની રીમના આકાર, ... ૯૩

પુલી, સુતરનાં દોરડાં માટે, ૧૦૩

પુલી, તારનાં દોરડાં માટે, ૧૦૩

પુલી-બ્લોક, ... ૧૩૩

પુલીઓની રચનાઓ, ... ૧૩૭

પુલીઓની પહેલી રચના, ... ૧૩૭

પુલીઓની બીજી રચના, ... ૧૩૪

પુલીઓની ત્રીજી રચના, ...	૧૪૧
પુલી-બ્લોક ટેકલ, ...	૧૪૦
પેરેલેલ વાઇસ, ...	૨૨૫
પ્રોની બ્રેક, ...	૧૨૦

## ક

ફલેક, ...	૧૫
ફર્ટ સીસ્ટમ ઓફ પુલીઝ, ૧૩૭	
ફાસ્ટ પુલી, ...	૭૪
ફાંચર, ...	૧૮૨
ફાસ્ટ હેડ સ્ટોક, ...	૨૫૨
ફાસ્ટ હેડ સ્ટોકની મેન્ડ્રીલ, ૨૬૫	
ફીક્શન ગીઅરોંગ, ...	૬
ફુડ અને થોર્ની ક્લિક્ટ ટ્રાન્સમી- શન ડાયનામોમીટર, ...	૧૨૪

ફેસ, ...	૧૪
ફેન બ્રેક, ...	૧૧૩
ફેલોઅર, ...	૬, ૬૮
ફેર્કસ, પટા ખસેડવા માટે, ૮૨, ૮૬	

## ખ

બ્લોક બ્રેક ડાયનામોમીટર, ૧૨૦	
બત્રેસ આંટો, ...	૨૦૮
બત્રેસ આંટાના આકારનાં પ્રમાણ, ...	૨૦૮
બેવલ બ્લીલ્સ, ...	૪૩
બેલ્ટ ગીઅરોંગ, ...	૬૭
બ્રેક્સ, ...	૧૧૨
બ્રેક, બ્લોક, ...	૧૧૩

બ્રેક, બેન્ડ અથવા સ્લેપ, ...	૧૧૪
બ્રેક, પમ્પ, ...	૧૧૨
બ્રેક, ટર્બાઇન અથવા ફેન, ૧૧૩	
બ્રેક, પ્રોની, ...	૧૨૦

બ્રેક હોર્સપાવર, ...	૧૧૬
બ્રેક હોર્સપાવર, રેપ બ્રેક	

ડાયનામોમીટર વડે, ...	૧૧૯
----------------------	-----

બ્રેક હોર્સપાવર, બ્લોક બ્રેક	
------------------------------	--

ડાયનામોમીટર વડે, ...	૧૨૨
----------------------	-----

બ્રેક હોર્સપાવર, બેલ્ટ ડાય- નામોમીટર વડે, ...	૧૨૩
--	-----

બ્રેક હોર્સપાવર, સીમેન્સ	
--------------------------	--

બેલ્ટ ડાયનામોમીટર વડે, ૧૨૪	
----------------------------	--

બ્રેક હોર્સપાવર, ફુડ એન્ડ	
---------------------------	--

થોર્ની ક્લિક્ટ ડાયનામોમીટર	
----------------------------	--

વડે, ...	૧૨૬
----------	-----

બ્રેક હોર્સપાવર, તોર્શન	
-------------------------	--

મીટર વડે, ...	૧૨૭
---------------	-----

બેલ્ટ ડાયનામોમીટર, ...	૧૨૩
------------------------	-----

બ્રેકલેશ, સ્ક્રૂ ગીઅરોંગમાં, ૨૧૧	
----------------------------------	--

બ્રેકગીઅર, ફાસ્ટ હેડ સ્ટોક	
----------------------------	--

સાથનું, ...	૨૫૮
-------------	-----

બોટમ ક્લીઅરન્સ, તુથ	
---------------------	--

ગીઅરોંગમાં, ...	૧૩
-----------------	----

## મ

માઇટર બ્લીલ્સ, ...	૪૩, ૪૪
--------------------	--------

મુવએબલ હેડસ્ટોક ...	૨૬૬
---------------------	-----

મેન્ડ્રીલ, ફાસ્ટ હેડ સ્ટોકની ૨૬૫	
----------------------------------	--

ચ		યાંત્રિક લાલ, વર્મ અને વર્મ
યાંત્રિક લાલ, રેક અને		બ્હીલ ગીઅર્ડ પુલી-બ્લોક
પીનીઅનમાં...	... ૨૬	ટેકલમાં, ... ૨૩૭
યાંત્રિક લાલ, તુશ્ક		યાંત્રિક લાલ, વર્મ અને વર્મ
ગીઅરોંગમાં,	... ૩૪	બ્હીલ શાથના સ્ક્રુ-જેકમાં, ૨૪૦
યાંત્રિક લાલ, સોંગલ		૨
પરચેઝ કેબમાં,	... ૪૮	૩૮, ... ૧૪
યાંત્રિક લાલ, ડાલ		૩૮ સર્કલ, ... ૧૫
પરચેઝ કેબમાં,	... ૫૫	રેડીઅન, ... ૩
યાંત્રિક લાલ, રતેચ		રેક અને પીનીઅન, ... ૨૪
બ્લોકમાં ...	૧૩૫, ૧૩૬	રેક અને પીનીઅન વડે
યાંત્રિક લાલ, પુલીઓની		પ્લેનોંગ મશીનની ટેબલને
પહેલી રચનામાં,	... ૧૩૮	આમતેમ ચલાવવાની રીત, ૨૯૫
યાંત્રિક લાલ, પુલીઓની		રોપ ગીઅરોંગ, ૬૭, ૧૦૨
બીજી રચનામાં,	... ૧૪૦	રોપ પુલી, ... ૧૦૩
યાંત્રિક લાલ, પુલીઓની		રોપ બ્રેક ડાયનામોમીટર, ... ૧૧૭
ત્રીજી રચનામાં,	... ૧૪૨	લ
યાંત્રિક લાલ, બ્હીલ અને		લુસ પુલી, ... ૭૯
કમ્પાઉન્ડ એક્સલમાં,	... ૧૫૯	લુસ હેડસ્ટોક, ... ૨૬૬
યાંત્રિક લાલ, વેસ્ટ-સ ડીફરે		લેધ, સ્ક્રુ-કટીંગ, ... ૨૫૬
ન્શીઅલ પુલી બ્લોકમાં,	૧૭૦	લેધમાં સ્લાઇડની ત્રેવર્સોંગ
યાંત્રિક લાલ, સ્ક્રુ-પ્રેસમાં,	... ૨૧૫	ગતિ, ... ૨૬૮
યાંત્રિક લાલ, સ્ક્રુ-જેકમાં,	૨૧૭	લેધમાં સ્લાઇડની સરફેસોંગ
યાંત્રિક લાલ, વર્મ અને વર્મ		ગતિ, ... ૨૬૮
બ્હીલ સાથની વિંચ અથવા		વ
કેબમાં, ...	... ૨૩૨	બ્હીલ, ... ૨૦
		બ્હીલ્સ, તુશ્ક, ... ૧૩



બ્હીલ્સ, સપર, ...	... ૧૩
બ્હીલ ત્રેન, ...	... ૨૮
બ્હીલ ગીઅરોંગને લાગુ પાડ- વામાં આવતો કામનો નિયમ,	૩૨
બ્હીલ્સ, બેવલ, ...	૪૩
બ્હીલ્સ, માઈટર, ...	૪૩, ૪૪
બ્હીલ અને કમ્પાઉન્ડ એક્સલ, ...	... ૧૫૬
વર્મ અને વર્મ બ્હીલ, ...	૨૨૮
વર્મ, સીંગલ થ્રેડેડ, ...	૨૨૯
વર્મ, ડબલ થ્રેડેડ, ...	૨૨૯
વર્મ બ્હીલના દાંતાનો ખુણો,	૨૩૦
વર્મ અને વર્મ બ્હીલ સાથની વિંચ અથવા કેબ, ...	૨૩૧
વર્મ અને વર્મ બ્હીલ ગીઅર્ડ પુલી-બ્લોક, ...	... ૨૩૪
વર્મ અને વર્મ બ્હીલ સાથનો સ્ક્રુ-બ્લોક, ...	... ૨૩૮
વર્મ અને વર્મ બ્હીલ રીડયુસીંગ ગીઅર, ...	૨૪૧
વાયર રોપ પુલી, ...	૧૦૩
વિંચ, ...	... ૪૫
વિહ્વલ્થ “વી” થ્રેડ, ...	૨૦૧
વિહ્વલ્થ “વી” થ્રેડના આકારનાં પ્રમાણ, ...	૨૦૩
વિહ્વલ્થ “વી” આંટાના બોલ્ટ અથવા સ્ક્રુ માટેના પીચ, ૨૦૫	

વિહ્વલ્થના પાઈપ માટેના ગેસ આંટાના પીચ, ...	૨૦૬
વેલોસીટી, ...	... ૧
વેલોસીટી, લીનીઅર, ...	... ૧
વેલોસીટી, સર્કમફ્રેન્શીઅલ,	૧
વેલોસીટી, અગ્યુલર, ...	... ૨
વેલ્યુ ઓફ ત્રેન, ...	... ૩૦
વેસ્ટ-સ ડીફ્રેન્શીઅલ પુલી-બ્લોક, ...	... ૧૬૬
વેજ, ...	... ૧૮૨
સ	
સ્લીપીંગ, ક્રીકશન ગીઅ- રીંગમાં, ...	... ૮
સ્લીપ, પટાનો, ...	... ૭૨
સપર બ્હીલ્સ, ...	... ૧૩
સર્કયુલર પીચ, ...	... ૧૪
સ્પીડ કોન, ...	... ૮૪
સ્પીડ કોનના વ્યાસો, ...	... ૮૬
સ્પ્રેપ બ્રેક, ...	... ૧૧૪
સ્નેચ બ્લોક, ...	... ૧૩૬
સ્ક્રુ, ...	... ૧૯૮
સ્ક્રુના આંટાનો હેલીકસ અથવા સ્પાયરલ, ...	... ૧૯૮
સ્ક્રુ, અનાજ અથવા ભુકો કરેલા પદાર્થને લઈ જવા માટેના, ...	... ૧૯૯
સ્ક્રુના આંટાના પીચ, ૨૦૦, ૨૦૫	

સ્કુના આંટાઓની ખુખીઓ, ૨૦૧  
સ્કુના આંટાઓ વડે પરિપૂર્ણ  
કરવાની શરતો, ... ૨૦૧  
સ્કુના આંટાના જુદા જુદા  
આકારો, ... ૨૦૧  
સ્કુનો વિદ્યવર્થ “વી” આંટો, ૨૦૧  
સ્કુના વિદ્યવર્થ “વી”  
આંટાના આકારનાં પ્રમાણ, ૨૦૩  
સ્કુ માટેના પીચ, વિદ્યવર્થ  
“વી” આંટાના, ... ૨૦૫  
સ્કુનો સ્કવેર એટલે ચોરસ  
આંટો, ... ૨૦૬  
સ્કુનો ગોળાકાર આંટો, ... ૨૦૭  
સ્કુનો બત્રેસ આંટો, ... ૨૦૮  
સ્કુનો સેલ્સનો આંટો, ... ૨૦૯  
સ્કુ, રાઇટ હેન્ડ, ... ૨૦૯  
સ્કુ, લેફ્ટ હેન્ડ, ... ૨૦૯  
સ્કુ, સોંગલ થ્રેડ, ... ૨૧૦  
સ્કુ, ડબલ થ્રેડ, ... ૨૧૦  
સ્કુ, ત્રેબલ થ્રેડ, ... ૨૧૧  
સ્કુ ગીઅરોંગમાં બેકલેસ, ... ૨૧૧  
સ્કુ, લીવર અથવા બ્લીલ  
સાથે સંયુક્ત થયલા, ... ૨૧૨  
સ્કુના ઉપયોગ, યંત્રોમાં  
જુદાંજુદાં કાર્યો માટે, ... ૨૧૩  
સ્કુ-પ્રેસ, ... ૨૧૪  
સ્કુ-જેક, ... ૨૧૬

સ્કુ વડે મેગવવામાં આવતી  
ગતિનાં સંચારણ, ... ૨૧૮  
સ્કુનો ઉપયોગ, મશીન ટુલ્સની  
સ્લાઇડ ચલાવવા માટે, ... ૨૨૦  
સ્કુ-કમ્પાઉન્ડ, રેલવેના ડબ્બા-  
ઓ જોડવા માટે, ... ૨૨૩  
સ્કુ-બેચ વાઇસ, ... ૨૨૫  
સ્કુ, એન્ડલેસ, ... ૨૨૮  
સ્કુ-કટીંગ લેથ ... ૨૫૬  
સ્કુના આંટા કાપવા માટે  
જોઈતાં એન્જ બ્લીલ્સ ૨૭૪, ૨૮૩  
સ્કુના એકી સંખ્યાના આંટા  
કાપવાની રીત, ... ૨૮૭  
સ્કુના એકી સંખ્યાના  
આંટા કાપવા માટે લેથ  
ઉપર નિશાન કરવાની  
રીત, ... ૨૮૮  
સ્કુના આંટા કાપવાની રીત,  
એકથી વધુ આંટા વાળા, ૨૮૮  
સ્કુ અને નટ વડે પ્લેનીંગ  
મશીનની ટેબલને આમ  
તેમ ચલાવવાની રીત, ... ૨૯૧  
સ્ટેપ્લ વાઇસ, ... ૨૨૫  
સ્પીડ ક્રાન, ફાસ્ટ હેડ સ્ટોક  
ઉપરનો, ... ૨૫૮, ૨૬૨  
સ્લાઇડ રેસ્ટ, કમ્પાઉન્ડ, ૨૬૮  
સ્લાઇડ, ત્રેવર્સીંગ, ... ૨૬૮

સ્લાઇડ, સરકેસોંગ, ...	૨૫૮	હોર્સપાવર, ...	૧૧૬
સ્લાઇડની ત્રેવર્સીંગ માત્ર,		હોર્સપાવર, નોમીનલ, ...	૧૧૬
પોતાની મેથેની, ૨૬૯ ૨૭૧		હોર્સપાવર, ઇન્ડિકેટડ, ...	૧૧૬
સ્લાઇડની સરકેસોંગ ગતિ,		હોર્સપાવર, બ્રેક, ૧૧૬, ૧૧૮,	
પોતાની મેથેની, ... ૨૭૨		૧૨૨, ૧૨૩, ૧૨૪, ૧૨૬, ૧૨૭	
સ્લાઇડ કલીઅરન્સ, તુડ		હેલીકસ, સ્ક્રુના આંદાનો ...	૧૮૮
ગીઅરોંગમાં, ... ૧૭			
સીમેન્સ બેલ્ટ ડાયનામેલીટર, ૧૨૭			
સેકન્ડ સીસ્ટમ બ્રાફ પુલીઝ, ૧૩૬			

